

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Reabilitação de Caixilharias de Madeira em Edifícios do Século XIX e Início do Século XX

**Do Restauro à Selecção Exigencial de uma Nova Caixilharia: o Estudo do Caso
da Habitação Corrente Portuense**

Nuno Valentim Rodrigues Lopes

Licenciado em Arquitectura pela Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em
Reabilitação do Património Edificado

Dissertação realizada sob a supervisão do Professor Doutor Vasco Peixoto de Freitas,
Professor Catedrático da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto e co-orientação
do Arquitecto José Manuel Gigante, Professor Auxiliar Convidado do Departamento de
Arquitectura da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

Porto, Dezembro de 2006

Aos meus pais

Agradecimentos

Aos orientadores Vasco Peixoto de Freitas e José Gigante, com amizade e admiração.

Aos meus tios José Ramos e Maria Amélia pela enorme ajuda, incentivo e disponibilidade permanentes.

Aos colegas Frederico Eça, Paola Monzio, Margarida Ramos, Joana Sarmento e Maria Ana Coutinho, amigos e companheiros de escritório, de projectos e de obras.

Aos meus filhos João e Pedro e à minha mulher Terezinha, por tudo.

Gostaria de deixar também uma palavra de agradecimento a todos os que contribuíram com o seu saber, documentação e disponibilidade, em encontros e comentários realizados ao longo da elaboração da dissertação, nomeadamente: Dr.^a Ana Leblanc, Eng.^a Marília Sousa, Eng.^o Paulo Pinto, Eng.^o Pedro Gonçalves, Eng.^o Tiago Lopes Pinto, Arq.^a Paula Ribas, Arq.^a Susana Milão, Arq.^a Ana Anes, Arq.^o Luís Aguiar Branco/Arq.^o Paulo Sousa (*IPAP – Inventário do Património Arquitectónico do Porto*), Sr. Álvaro Neves (*“Carpintaria dos Camalhões”*), Eng.^o João Lopes (*“Hermética”*) e Sr. Fernandes Rocha (*“Extrusal”*).

Reabilitação de Caixilharias de Madeira em Edifícios do séc. XIX e início do séc. XX

Resumo

A qualidade dos nossos centros históricos não resulta exclusivamente dum somatório de monumentos ou edifícios singulares/excepcionais. É fundamentalmente o conjunto de edifícios de habitação corrente que, com uma grande unidade de linguagem e coerência construtiva, formam ruas, quarteirões e áreas urbanas que os habitantes (re)conhecem com uma identidade própria.

Inúmeras questões se colocam aos arquitectos, engenheiros, construtores, proprietários e entidades reguladoras ao reabilitar as caixilharias de madeira existentes nestes edifícios: Restaurar? Conservar tentando melhorar o desempenho? Substituir interpretando o desenho original? Seleccionar um caixilho classificado do mercado ou desenhado pelo autor do projecto? E quais as consequências destas opções ao nível da sua expressão (e do desenho da própria fachada)?

De forma complementar a estas questões, e na sequência das intervenções desajustadas já visíveis, é sentida cada vez mais a necessidade de encontrar soluções fundamentadas ao nível histórico, urbano, arquitectónico e técnico.

A presente dissertação pretende sintetizar um conjunto de reflexões e dados para responder a esta necessidade, propondo uma metodologia de intervenção.

Partindo do estudo de caso do edificado corrente portuense do século XIX, é analisada a caixilharia de duas folhas e bandeira, difundida de forma generalizada por toda a cidade como corolário lógico de um sistema construtivo que corresponde a um período histórico de grande crescimento urbano. As propostas de intervenção nascem da análise do enquadramento exigencial e do diagnóstico de cada caso para fundamentar e caracterizar seis estratégias de reabilitação que vão “do restauro à selecção exigencial de uma nova caixilharia”.

Palavras-chave:

Caixilharia, Madeira, Reabilitação, Exigências, Desempenho, Século XIX, Porto.

Rehabilitation of Wooden Window Frames in 19th and early 20th Century Buildings

Abstract

The quality of our historical city centres is not purely the result of a set of monuments or outstanding buildings. It is mostly in common housing, with the same features and construction consistency, forming streets, blocks and urban areas, where inhabitants recognize a particular identity.

Designers are confronted with many questions concerning the rehabilitation of wooden window frames in these buildings: Should they be restored or maintained while improving their performance? Should they be replaced respecting their original design? If so, should a commercially available classified frame be selected or one designed specifically? And what are the consequences of the frames' aesthetical expression taking into consideration the façade design?

In this context, and while verifying disastrous interventions, it is necessary to indicate fundamented solutions in technical, historical, urban and architectural terms. This thesis synthesizes a series of ideas and data as a response, in order to define a method of intervention.

The window frame selected as a case study – double casement window with stationary transom - is depicted in common 19th century housing in Oporto, from the analysis of this particular urban area, its historical, social, architectural and typological context that leads to its construction laws. The window analyzed is the logical consequence of this constructive system, resulting in a typical window frame that, with small variations, is generalized throughout the buildings of this period.

In the end, the six intervention options characterized - from restoration to the selection of a new window frame - are a result of the table of demands and the diagnosis of each particular case.

Key words:

Window frame, Wood, Rehabilitation, Demands, Performance, 19th century, Oporto.

Réhabilitation de Châssis de Fenêtres en Bois d'Édifices du XIX^{ème} Siècle et début du XX^{ème} Siècle.

Sommaire:

La qualité de nos centres historiques ne résulte pas seulement d'un ensemble de monuments ou d'édifices singuliers exceptionnels. C'est fondamentalement l'ensemble d'édifices d'habitation ordinaire qui, avec une grande unité de langage et cohérence constructive forment les rues, quartiers et superficies urbaines que les habitants reconnaissent comme ayant une identité propre.

Nombreuses sont les questions posées aux architectes, ingénieurs, constructeurs, propriétaires et entités régulatrices au moment de réhabiliter les châssis de fenêtres en bois existants dans ces édifices.

Restaurer? Conserver en essayant d'améliorer la performance? Substituer interprétant le dessin original? Sélectionner un châssis classifié du marché ou dessiné par l'auteur du projet? Et quelles sont les conséquences de ces options au niveau de son expression (et du dessin de la propre façade)?

De manière complémentaire à ces questions et en conséquence d'interventions inappropriées déjà existantes, on sent chaque fois plus le besoin de trouver des solutions soutenues au niveau historique, urbain, architectonique et technique.

La présente dissertation prétend synthétiser un ensemble de réflexions et de données pour répondre à ce besoin, en proposant une méthodologie d'intervention.

À partir de l'étude de cas de l'édification courante de Porto au XIX^{ème} Siècle, une analyse aux châssis de deux feuilles et imposte est faite, diffusée de forme généraliste par toute la ville comme un corollaire logique d'un système construit qui correspond à une période historique de grande croissance urbaine. Les propositions d'intervention naissent de l'analyse de l'encadrement d'exigence et du diagnostic de chaque cas, pour fonder et caractériser six stratégies de réhabilitation qui vont « de la restauration à la sélection d'exigence d'un nouveau châssis ».

Mots-Clefs :

Châssis, Bois, Réhabilitation, Exigences, Performance, XIX^{ème} Siècle, Porto.

Índice de Texto

Capítulo 1, Introdução	1
1.1 Considerações Iniciais	1
1.2 Objectivos do trabalho	4
1.3 Organização e Estrutura da Dissertação.....	5
Capítulo 2, Caracterização do Objecto de Estudo	7
2.1 Delimitação do período temporal e da área urbana em estudo	7
2.1.1 O enquadramento histórico, urbano e social da cidade do Porto no século XIX e início do século XX	7
2.1.2 A renovação urbanística: localização e implantação na cidade do edificado em estudo	10
2.2 Do sistema construtivo ao vão e à caixilharia em análise	14
2.2.1 O sistema construtivo da casa portuense do século XIX.....	14
2.2.2 O vão e a caixilharia como corolário lógico do próprio sistema construtivo	16
2.3 Caracterização do vão e da caixilharia em estudo.....	19
2.3.1 O elemento construtivo em análise: a caixilharia de batente com duas folhas	19
2.3.2 Pormenorização construtiva da caixilharia-tipo.....	24
2.3.3 Permanência da caixilharia de madeira na cidade	33
2.4 Estudos desenvolvidos neste domínio	35
2.4.1 Síntese Internacional.....	35
2.4.2 Síntese Nacional	36
Capítulo 3, Selecção Exigencial de Caixilhariar	37
3.1 Considerações Gerais	37
3.2 Importância da certificação no processo de selecção exigencial.....	37
3.2.1 Interesse e Objectivos da Certificação.....	37
3.2.2 O Processo de Certificação.....	38
3.2.3 Marcação CE.....	39
3.2.4 Experiência Francesa.....	41
3.3 Exigências e normas aplicáveis ao processo de selecção exigencial.....	42
3.3.1 Permeabilidade ao Ar (Ai)	42
3.3.2 Estanquidade à Água (Ei)	43
3.3.3 Resistência e Deformação ao Vento (Vi)	45
3.3.4 Coeficiente de Transmissão Térmica (U).....	46

3.3.5 Coeficiente de Transmissão Luminosa (TL)	48
3.3.6 Factor Solar (g).....	49
3.3.7 Segurança Contra Incêndios: Reacção ao Fogo	49
3.3.8 Índice de Redução Sonora Ponderado (Rw)	51
3.3.9 Exigências de Carácter Arquitectónico, Histórico e Urbanístico	52
3.3.10 Outras exigências.....	53
3.4 Selecção Exigencial de Caixilharias	53
Capítulo 4, Importância do Diagnóstico: Levantamentos, Inspeção e Patologias	57
4.1 Levantamentos.....	57
4.1.1 Levantamento histórico e arquivístico	57
4.1.2 Levantamento geométrico, arquitectónico e construtivo	57
4.1.3 Levantamento fotográfico	58
4.2 Inspeção.....	62
4.2.1 Inspeção visual	62
4.2.2 Sondagens, ensaios e medidas	62
4.3 Caracterização dos materiais e anomalias correntes	63
4.3.1 Considerações Gerais	63
4.3.2 Madeira.....	64
4.3.3 Vidro	67
4.3.4 Betumes / Massas	68
4.3.5 Tintas e Pinturas.....	69
4.3.6 Ferragens	69
4.3.7 Interface caixilharia/fachada.....	70
Capítulo 5, Do Restauro à Selecção Exigencial de Uma Nova Caixilharia: Estratégias de Intervenção	71
5.1 Considerações Gerais	71
5.2 Restaurar a caixilharia existente utilizando técnicas e materiais tradicionais	72
5.2.1 Caracterização geral da operação	72
5.2.2 Especificação da solução	72
5.2.3 Avaliação do desempenho	72
5.3 Conservar a caixilharia existente através de técnicas e materiais contemporâneos	74
5.3.1 Caracterização geral da operação	74
5.3.2 Especificação da solução	74
5.3.3 Avaliação do desempenho	75

5.4 Conservar a caixilharia existente e introduzir uma segunda caixilharia interior	76
5.4.1 Caracterização geral da operação	76
5.4.2 Especificação da solução e exemplos de intervenção.....	76
5.4.3 Avaliação do desempenho	76
5.5 Substituir a caixilharia existente por uma nova caixilharia reproduzindo ou (re)interpretando o desenho original	80
5.5.1 Caracterização geral da operação	80
5.5.2 Especificação da solução e exemplos de intervenção.....	80
5.5.3 Avaliação do desempenho	81
5.6 Substituir a caixilharia existente por uma nova caixilharia com desenho de autor	86
5.6.1 Caracterização geral da operação	86
5.6.2 Especificação da solução e exemplos de intervenção.....	86
5.6.3 Avaliação do desempenho	86
5.7 Substituir a caixilharia existente através da selecção exigencial de um sistema de mercado.....	90
5.7.1 Caracterização geral da operação	90
5.7.2 Especificação da solução e exemplos de intervenção.....	90
5.7.2.1 Caixilharia de Madeira.....	90
5.7.2.2 Caso de Estudo em PVC	93
5.7.2.3 Caso de Estudo em Alumínio.....	96
5.7.3 Quadro-síntese dos desempenhos	99
Capítulo 6, Conclusões	100
6.1 Considerações finais.....	100
6.2 Desenvolvimentos futuros da investigação neste domínio	102
Referências Bibliográficas.....	103
Anexos	110
ANEXO 1 – Factores Físicos associados aos diversos locais do território para efeito da quantificação da acção do Vento	111
ANEXO 2 – Outras Exigências Aplicáveis às Caixilharias.....	116

Índice de Figuras

Fig. 1 – Edificado corrente do séc. XIX no Porto.	1
Fig. 2 – Importância da caixilharia na leitura de conjunto do edificado corrente do séc. XIX no Porto.	2
Fig. 3 - Caixilharia objecto de estudo como prolongamento do desenho da própria fachada.	3
Fig. 4 - Exemplos de intervenções desenquadradas.	3
Fig. 5 - Edifício do início do século XX [28].	4
Fig. 6 - Progressão da mancha do edificado portuense: 1812, 1892, 1930 e 1961 [74].	8
Fig. 7 - Estrutura viária radial de penetração no território circundante e núcleos rurais que serão incorporados na cidade [63].	9
Fig. 8 - Planta do Porto, 1833 [Fonte: Arquivo Histórico do Porto].	9
Fig. 9 - Planta do Porto de Telles Ferreira, 1892 [Fonte: Arquivo Histórico do Porto].	9
Fig. 10 - “Tratado de Ruação” (1760) e novos traçados urbanos iluministas (1764-1819) [63].	11
Fig. 11 - Projectos de fachadas das ruas de Santo António e Clérigos elaboradas para o Porto durante a administração Almadina [7].	11
Fig. 12 - Rua de Santa Catarina. Acertos realizados para a regularização do traçado [62].	11
Fig. 13 - Generalização de uma tipologia com uma mesma frente e profundidade variável e intervenções na cidade entre 1820 e 1872; [7] e [63].	12
Fig. 14 - Porto, fases de desenvolvimento [7].	14
Fig. 15 - A habitação corrente portuense do século XIX; [86] e [7].	15
Fig. 16 - O edifício corrente de habitação portuense e a casa Georgiana inglesa; [86] e [7].	16
Fig. 17 - Sistema construtivo da habitação corrente portuense do século XIX; [86] e [7].	18
Fig. 18 - Processo de fabricação de vidro cilíndrico: por sopro e balanço e por rotação. Instrumentos de fabricação de vidro plano [60].	18
Fig. 19 - Construção de uma janela de guilhotina no início do séc. XIX [60].	18
Fig. 20 - Rua Mouzinho da Silveira – o papel determinante dos vãos na composição do perfil/alçado do arruamento e correspondente adaptação à pendente [Fonte: IPAP].	20
Fig. 21 - Caixilharia–tipo de batente com duas folhas e bandeira. Rua Sá da Bandeira.	21

Fig. 22 - Caixilharia de batente com duas folhas e bandeira – variações à forma da bandeira mantendo o sistema construtivo. Rua Sá da Bandeira.....	21
Fig. 23 - Caixilharia de batente com duas folhas e bandeira – variação do desenho / expressão mantendo o sistema construtivo. Rua Sá da Bandeira.....	22
Fig. 24 - Caixilharia de batente com duas folhas e bandeira. Rua de Santa Catarina.....	22
Fig. 25 - Caixilharia de batente com duas folhas e bandeira. Rua do Bonjardim.....	22
Fig. 26 - Caixilharia de batente com duas folhas e bandeira – sacada. Rua de Santa Catarina.	23
Fig. 27 - Caixilharia de batente com duas folhas e bandeira. Rua Alexandre Braga.....	23
Fig. 28 - Caixilharia de batente com duas folhas e bandeira. Rua Fernandes Tomás.....	23
Fig. 29 - Janela de peito e batente (duas folhas e bandeira fixa) - corte vertical, corte horizontal e alçado exterior.....	24
Fig. 30 - Janela de peito e batente (duas folhas e bandeira fixa) - alçados interiores (portada aberta e fechada).	25
Fig. 31- Janela de peito e batente (duas folhas e bandeira fixa) - pormenor do corte vertical... 26	
Fig. 32 - Janela de peito e batente (duas folhas e bandeira fixa) - pormenor do corte horizontal.	27
Fig. 33 - Janela de sacada e batente (duas folhas e bandeira fixa) - corte vertical, corte horizontal e alçado exterior.	28
Fig. 34 - Janela de sacada e batente (duas folhas e bandeira fixa) - alçados interiores (portada aberta e fechada).	29
Fig. 35 - Janela de sacada e batente (duas folhas e bandeira fixa) - pormenor do corte vertical.	30
Fig. 36 - Janela de sacada e batente (duas folhas e bandeira fixa) - pormenor do corte horizontal.....	31
Fig. 37 - Pormenor do encaixe corrente entre travessa e couceira.....	32
Fig. 38 - Rua Padre Luís Cabral – Registo com cor das caixilharias de madeira existentes [Fonte: IPAP].	33
Fig. 39 - Rua do Bonjardim – Registo com cor das caixilharias de madeira existentes [Fonte: IPAP].	34
Fig. 40 - Janelas de batente com duas folhas e bandeira superior numa publicação dos EUA do início do século XX [71].....	36

Fig. 41 - Esquema do percurso da radiação solar visível	48
Fig. 42 - Comportamento térmico do vidro à energia solar incidente	49
Fig. 43 - Levantamento do caso de estudo – enquadramento urbano do edifício em estudo....	59
Fig. 44 - Levantamento do caso de estudo – fachada e caixilharia pelo exterior.	59
Fig. 45 - Levantamento do caso de estudo – caixilharia pelo interior.....	59
Fig. 46 - Levantamento do caso de estudo – pormenores da folha de abrir.	60
Fig. 47 - Levantamento do caso de estudo – pormenores do cremone, soleira e mata-juntas..	60
Fig. 48 - Levantamento do caso de estudo – sondagem e pormenores da folha de abrir.	60
Fig. 49 - Levantamento do caso de estudo – pormenores da soleira e sua sobreposição ao lancil de peito.....	61
Fig. 50 - Levantamento do caso de estudo – pormenores da soleira.....	61
Fig. 51 - Levantamento do caso de estudo – pormenores da dobradiça e travessa.....	61
Fig. 52 - Levantamento do caso de estudo – pormenor da couceira / pingadeira e recolha de amostra.....	61
Fig. 53 - Apodrecimento e degradação da madeira [35].....	66
Fig. 54 - Destacamento da massa de ligação dos vidros e madeira exposta [35]	68
Fig. 55 - Descasque da pintura – madeira exposta [35]	69
Fig. 56 - A hierarquização da caixilharia de acordo com o arruamento;	70
Fig. 57 - Desprendimento de ferragens [35]	70
Fig. 58 - A janela de batente com duas folhas e bandeira superior. Pormenores de uma travessa de bandeira e de um batente.....	73
Fig. 59 - A janela de batente com duas folhas e bandeira superior. Pormenores de bandeiras exigindo trabalho de marcenaria cuidado.	73
Fig. 60 - Vedantes. Pelúcia, feltro e borracha [60].....	75
Fig. 61 - Reparação de caixilharia deteriorada com técnicas e materiais contemporâneos [60].	75
Fig. 62 - Conservação da caixilharia existente e introdução de uma segunda caixilharia interior - corte vertical, corte horizontal e alçado interior.....	77
Fig. 63 - Conservação da caixilharia existente e introdução de uma segunda caixilharia interior - pormenor do corte vertical.....	78

Fig. 64 - Conservação da caixilharia existente e introdução de uma segunda caixilharia interior - pormenor do corte horizontal.	79
Fig. 65 - Caixilharia existente e nova caixilharia (re)interpretando o desenho original.	81
Fig. 66 - Caixilharia existente e nova caixilharia (re) interpretando o desenho original.	81
Fig. 67 - Protótipo da caixilharia.	82
Fig. 68 – Propostas de adaptação de caixilho simples a caixilho duplo [60].	82
Fig. 69 - Corte pela travessa inferior e plinto, detalhe da almofada, detalhe de canto curvo, corte pelo aro e couceira. Pormenor da cimalha [79].	82
Fig. 70 - Substituição da caixilharia existente por uma nova caixilharia (re) interpretando o desenho original - corte vertical, corte horizontal e alçado exterior.	83
Fig. 71 - Substituição da caixilharia existente por uma nova caixilharia (re) interpretando o desenho original - pormenores dos cortes verticais da caixilharia existente e da caixilharia proposta.	84
Fig. 72 - Substituição da caixilharia existente por uma nova caixilharia (re) interpretando o desenho original - pormenores dos cortes horizontais da caixilharia existente e da caixilharia proposta.	85
Fig. 73 - Substituição da caixilharia existente por uma nova caixilharia com desenho de autor [38] – enquadramento urbano e fachada.	87
Fig. 74 - Substituição da caixilharia existente por uma nova caixilharia com desenho de autor [38] – caixilharia pelo interior e pelo exterior.	87
Fig. 75- Substituição da caixilharia existente por uma nova caixilharia com desenho de autor - alçado e corte horizontal das janelas de sacada e de peito.	88
Fig. 76 - Substituição da caixilharia existente por uma nova caixilharia com desenho de autor - pormenor do corte vertical da janela de peito e pormenor do corte vertical da janela de sacada.	89
Fig. 77 - Selecção exigencial de uma nova caixilharia de madeira (<i>Arq.^a Susana Milão</i>). Rua do Campo Lindo.	90
Fig. 78 - Selecção exigencial de uma nova caixilharia de madeira. Corte horizontal, corte vertical e alçado exterior.	91
Fig. 79 - Selecção exigencial de uma nova caixilharia de madeira. Pormenor do corte horizontal e pormenor do corte vertical.	92
Fig. 80 - Edifício de habitação colectiva do século XX na Avenida da Boavista.	93

Fig. 81 - Edifício de habitação colectiva do século XX na Avenida da Boavista. Caixilharia de madeira preexistente e nova caixilharia em PVC.	93
Fig. 82 - Substituição da caixilharia existente através da selecção exigencial de uma nova caixilharia - caso de estudo em PVC. Corte vertical, corte horizontal e alçado exterior.	94
Fig. 83 - Substituição da caixilharia existente através da selecção exigencial de uma nova caixilharia - caso de estudo em PVC. Pormenor do corte vertical da janela, pormenor do corte vertical da porta e pormenor do corte horizontal da janela.	95
Fig. 84 - Substituição da caixilharia existente através da selecção exigencial de uma nova caixilharia - caso de estudo em alumínio.	96
Fig. 85 - Substituição da caixilharia existente através da selecção exigencial de uma nova caixilharia - caso de estudo em alumínio. Alçado exterior, corte vertical e corte horizontal.....	97
Fig. 86 - Substituição da caixilharia existente através da selecção exigencial de uma nova caixilharia - caso de estudo em alumínio. Pormenor do corte horizontal e pormenor do corte vertical.	98
Fig. 87 - Nível de referência em terrenos de inclinação superior a 60°.	113
Fig. 88 - Nível de referência em terrenos de inclinação superior a 15° e inferior a 60°.....	113
Fig. 89 - Protecção contra o vento em edifícios a menos de 15m.....	115
Fig. 90 - Protecção contra o vento em edifícios entre 15m e 30m de distância.	115

Índice de Quadros

Quadro 1 – Estrutura da Dissertação.....	5
Quadro 2 – Sistemas de certificação previstos na directiva CNQ 5/94	39
Quadro 3 – Sistemas de comprovação da conformidade	40
Quadro 4 – Classes de permeabilidade ao ar a seleccionar de acordo com o ITE 36, LNEC [89]	43
Quadro 5 – Classes de estanquidade à água a seleccionar de acordo com o ITE 36, LNEC [89]	44
Quadro 6 – Classes de resistência à solicitação do vento a seleccionar de acordo com o ITE 36, LNEC [89].....	46
Quadro 7 – Classificação do desempenho térmico dos vãos envidraçados segundo a Certificação Acotherm	47
Quadro 8 – Correspondência entre as antigas classes de reacção ao fogo e as novas euroclasses.....	50
Quadro 9 – Classificação CEKAL: classes de redução sonora a ruídos de tráfego.....	52
Quadro 10 – Quadro/Resumo das exigências aplicáveis às caixilharias objecto de estudo	55
Quadro 11 – Síntese dos desempenhos de caixilharias classificadas do mercado	99
Quadro 12 – Classes de resistência de protecção contra o vandalismo e intrusão	119
Quadro 13 – Classes de resistência de protecção contra o ataque com armas de fogo	119

CAPÍTULO 1, INTRODUÇÃO

1.1| Considerações Iniciais

*Trinta raios convergem no eixo da roda
e é o centro que a faz mover...
Molda-se a argila para fazer vasos
e é o vazio interior que os torna úteis...
Abrem-se portas e janelas nas paredes das casas
e é por esses espaços vazios que as habitamos...
O SER verifica a vantagem das coisas,
mas é pelo não ser que as utilizamos...*

(Lao Tse traduzido pelo Prof. Escultor Alberto Carneiro [16])

A história da Arquitectura é a história da luta pela janela...

(Le Corbusier [60])

Apesar de existir uma preocupação crescente com a reabilitação dos centros históricos e do património edificado em geral, verifica-se que uma enorme percentagem de operações de reabilitação não é enquadrada por uma reflexão, diagnóstico ou projecto atento às especificidades de cada caso. Frequentemente os resultados são desastrosos.

Os vãos e as caixilharias são elementos fundamentais na história da arquitectura e da construção, elemento de mediação interior/exterior e de fruição das necessidades elementares do habitar: protecção das agressões exteriores e regulação da luz natural, ruído e variações de temperatura.



Fig. 1 – Edificado corrente do séc. XIX no Porto.

O objecto de estudo corresponde maioritariamente ao conjunto edificado no Porto do séc. XIX, na passagem do “Porto Iluminista” ao “Porto Liberal”, que se encontrava em expansão urbana

para fora da sua muralha na sequência dos grandes alinhamentos radiais definidos pelos Alamedas. Ainda nas décadas de 1830 e 1840 o Porto continuava a possuir predominantemente as características de uma cidade mercantil e pré-industrial. Em poucas décadas, como resultado do trabalho de duas ou três gerações, o rosto do Porto mudou e a cidade adquiriu características urbanas completamente novas e uma nova imagem urbana que definiria, dali para a frente, a nossa ideia do Porto [87]. A construção desta nova cidade obriga a planejar o edificado e o espaço público tendo em conta o cadastro, o sistema construtivo, a tipologia e naturalmente as fachadas e suas aberturas (cheios e vazios) articuladas com a difícil topografia da cidade.



Fig. 2 – Importância da caixilharia na leitura de conjunto do edificado corrente do séc. XIX no Porto.

Estas fachadas ou conjunto de fachadas ganham uma importância verdadeiramente cenográfica, inseparável das imagens que retemos da qualidade dos nossos centros históricos e, neste caso, do conjunto edificado de habitações correntes históricas no Centro Urbano do Porto. Uma observação mais atenta destes quarteirões históricos permite constatar que, embora com sinais de degradação, persistem inúmeras caixilharias originais, o que conduz a algumas considerações iniciais:

1. Invariavelmente os edifícios procuram a luz natural – as construções são altas e estreitas em lotes profundos, sendo as janelas para a rua e no tardo fundamental a essa iluminação (Fig. 1).
2. A superfície envidraçada é sistematicamente superior à superfície de parede traduzindo-se em centenas de milhares de vãos e caixilharias com uma geometria e sistema construtivo semelhantes (Fig. 2).
3. O resultado é um efeito único, verdadeiramente orgânico, pleno de vibração entre luz e sombra.



Fig. 3 - Caixilharia objecto de estudo como prolongamento do desenho da própria fachada.

4. As caixilharias são o prolongamento natural dos desenhos das próprias fachadas – corolário lógico do sistema construtivo dos próprios edifícios (Fig. 3).



Fig. 4 - Exemplos de intervenções desenquadradas.

5. As intervenções tornam-se desastrosas quando não são enquadradas pela exigência técnica e cultural que as operações de reabilitação impõem aos intervenientes – projectistas, donos de obra e entidades reguladoras (Fig. 4).



Fig. 5 - Edifício do início do século XX [28]

6. Esta caixilharia persiste na 1ª metade do séc. XIX como solução corrente, adaptando-se às novas linguagens e materiais (Fig. 5).

1.2| Objectivos do trabalho

Não se pretende com o presente documento elaborar um prontuário de fórmulas para as operações de reabilitação ou substituição de caixilharia de madeira no edificado em estudo – é patente que em reabilitação “cada caso é um caso”... A introdução da regra “cega” e inflexível também não pode ser adoptada sob o risco de tornar os centros históricos numa fabulação ou numa fabricação imaginária da própria história.

O objectivo geral será fornecer aos projectistas uma síntese da informação disponível e caracterizar, tanto quanto possível, os caminhos de intervenção: o restauro, a intervenção para melhorar o desempenho da caixilharia preexistente e a substituição por uma nova caixilharia.

A pesquisa desenvolvida conduziu à definição de uma sequência de objectivos complementares fundamentais:

- evidenciar a relevância dos vãos e das caixilharias em estudo como elemento de composição repetido exaustivamente e generalizadamente não só no edificado do século XIX, mas permanecendo na construção do início do século XX;
- caracterizar esta caixilharia-tipo através dos levantamentos históricos e arquitectónicos, compreendendo e pormenorizando construtivamente este elemento;
- reunir e sintetizar o enquadramento técnico aplicável às caixilharias de madeira tendo em vista a selecção exigencial de uma nova caixilharia aplicável a estes conjuntos;
- finalmente, caracterizar as diferentes estratégias de intervenção: “do restauro à selecção exigencial de uma nova caixilharia”;

1.3| Organização e Estrutura da Dissertação

O trabalho encontra-se estruturado em quatro partes fundamentais (do Cap. II ao Cap. V). Na primeira parte (Capítulo II) é caracterizada a caixilharia objecto de estudo “do todo ao particular”, isto é, delimitando e analisando a período histórico, a área e configuração urbana, o edificado, seus processos construtivos e por último o próprio elemento construtivo e a forma como ainda persistem na cidade um número expressivo destas caixilharias. Este capítulo termina com a referência aos (poucos) estudos desenvolvidos nesta área.

Quadro 1 – Estrutura da Dissertação

Objectivos		Cap. I	
Enquadramentos	Temporal (Histórico)	Cap. II	Análise
	Físico (Urbano)		
	Do edificado		
	Do sistema construtivo		
Caracterização do edificado em estudo			
Caracterização do vão do objecto de estudo			
Estudos neste Domínio			
Seleção Exigencial	Da importância da certificação às exigências aplicáveis à caixilharia	Cap. III	Metodologia
Levantamentos, Ensaios, Inspeção, Materiais e Patologias		Cap. IV	Interpretação
Estratégias de Conservação	Restauro com técnicas tradicionais	Cap. V	Projecto
	Conservar com técnicas contemporâneas		
	Conservar com introdução de caixilharia interior		
Estratégias de Substituição	Substituição reinterpretando o desenho original	Cap. V	Projecto
	Substituição com desenho de autor		
	Substituição por nova caixilharia de mercado		
Conclusões		Cap. VI	

Numa segunda parte (Capítulo III) são descritos os enquadramentos normativos aplicáveis às caixilharias e aos próprios processos de reabilitação de elementos em madeira, sistematizando os critérios exigenciais de forma a fornecer ao projectista elementos para a selecção exigencial de uma nova caixilharia.

Em seguida (Capítulo IV) é analisada a importância do processo de diagnóstico como fase determinante no próprio resultado final da operação de reabilitação: da recolha histórica, arquivística e fotográfica ao levantamento geométrico e construtivo; da inspecção visual aos ensaios, testes e medições possíveis de realizar; dos materiais e patologias mais correntes às causas e efeitos para o próprio edificado.

Por último (Capítulo V) são apontadas seis estratégias de intervenção - corolário da análise, da interpretação e do diagnóstico anterior - sendo caracterizados e avaliados os desempenhos de diversos exemplos de intervenção.

Como se constata no Quadro 1, a sequência/estrutura da dissertação poderá ler-se em correspondência com uma metodologia análoga de projecto: análise, reflexão metodológica, interpretação da informação obtida e decisão/opção de solução de projecto.

CAPÍTULO 2, CARACTERIZAÇÃO DO OBJECTO DE ESTUDO

2.1| Delimitação do período temporal e da área urbana em estudo

2.1.1 O enquadramento histórico, urbano e social da cidade do Porto no século XIX e início do século XX

O século XIX, em Portugal, é um século de grandes transformações, de profundas mudanças. E o Porto, como cidade muitas vezes pioneira, acompanhou e encabeçou mesmo algumas dessas modificações. Mas, relativamente a todas estas transformações, como que podemos dividir o século em duas partes: a primeira metade é, de certo modo, uma época de agitação e de convulsões; já a segunda metade pode considerar-se mesmo uma época de acalmia. E a “forma” que a cidade vai tomando é naturalmente também um reflexo desses acontecimentos. Na primeira metade do século assistimos ao desmoronar do chamado “antigo regime”, do regime absolutista e à implantação do regime liberal. E o Porto teve um papel de relevo nessa mudança através da sua burguesia activa e dinâmica [75].

Os ideais da Revolução Francesa de 1789 tinham feito o seu caminho, sobretudo entre a burguesia e a intelectualidade. A ocupação do país pelas tropas francesas, a abertura dos portos brasileiros ao comércio internacional por pressão inglesa, a posterior permanência no país das tropas inglesas mesmo depois da derrota de Napoleão, o governo do general inglês Beresford, criaram em Portugal um clima de descontentamento. E daqui ao eclodir da revolta liberal de 1820 foi um passo.

Com a Constituição de 1822 procuram-se estabelecer as bases do novo regime com a consagração da divisão de poderes, o princípio da soberania popular e a igualdade dos cidadãos perante a lei. Os anos que se seguem são de profunda divisão entre os portugueses que culminam com a guerra civil. Mas mesmo depois da vitória liberal em 1834 as convulsões e revoltas continuam. A acalmia virá somente em meados do século, em 1851, com a Regeneração.

As transformações económicas e sociais acompanharam, como não podia deixar de ser, as transformações políticas. Ao súbdito do antigo regime sucede o cidadão. A burguesia triunfante passa a ocupar os lugares cimeiros do Estado e da administração. E as reformas sucedem-se, especialmente com a legislação demolidora de Mouzinho da Silveira. A estrutura económica é completamente subvertida.

Com a Regeneração efectiva-se o domínio da burguesia. Cria-se agora um mercado nacional, a abertura das novas vias de comunicação e os transportes efectivam esse mercado, as trocas comerciais internas aumentam, aumenta o rendimento nacional e a circulação do capital, assim como a produção industrial com as suas naturais consequências no engrossamento do operariado fabril e da população urbana.

O Porto, como já anteriormente afirmámos, acompanhou e muitas vezes encabeçou estas transformações. Não é o nosso papel enumerá-las aqui no que se refere à cidade do Porto,

mas somente analisar alguns dados que se prendem com o nosso objecto de estudo. E neste caso está a evolução demográfica.

A cidade do Porto, ao longo da segunda metade do século XIX, e considerando já os limites actuais da cidade, teve um crescimento demográfico significativo. Se por meados do séc. XVIII a cidade teria perto de 35.000 habitantes, esse número cresceu um tanto até ao início do século XIX, aproximando-se dos 60.000 habitantes, tendo de certo modo estagnado até à década de 1830. Esta estagnação tem a sua explicação essencialmente nas convulsões políticas por que passou a cidade nesse período: invasões francesas, perturbações político-militares, privações, cerco, epidemias, doenças. Mas é na zona extramuros que se dá esse crescimento, pois nas freguesias intramuros houve mesmo uma redução.

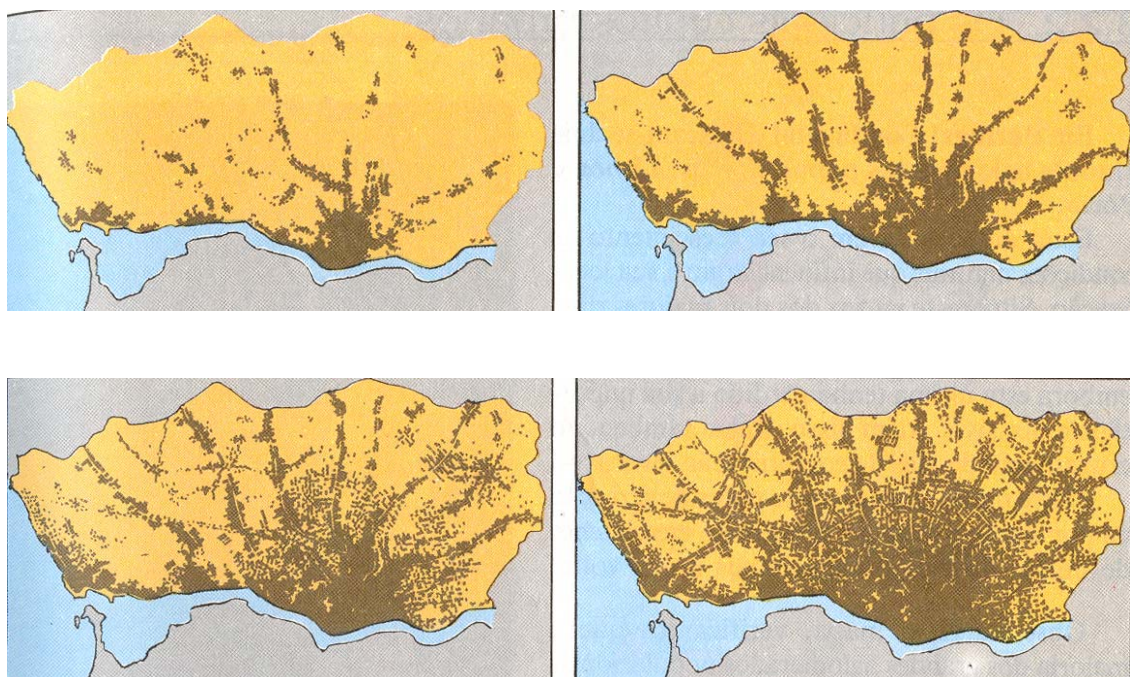


Fig. 6 - Progressão da mancha do edificado portuense: 1812, 1892, 1930 e 1961 [74].

Após meados do século acelera-se essa fase de recuperação e de crescimento. Em 1864, data do 1.º recenseamento, a população ascendia a 86.751, em 1878 era de 105.838, em 1890 de 146.739, em 1900 de 167.955 e em 1911 atingia já os 191.890 habitantes (Fig. 6). Como verificamos, em meio século este número mais do que duplicou. Para além do seu próprio crescimento natural, tal facto fica a dever-se ao êxodo rural, facilitado pela abertura das linhas de caminho de ferro. É que o desenvolvimento económico e, sobretudo, as várias indústrias que se iam instalando na cidade necessitavam de mão-de-obra cada vez mais numerosa. Por isso não é de estranhar que, de acordo com o *Inquérito Industrial de 1881*, se empregassem na indústria 37.377 operários, um terço da população total da cidade.

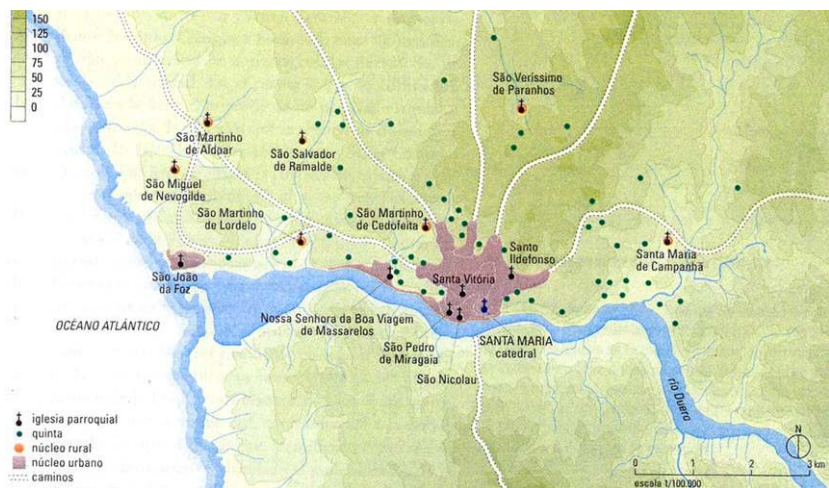


Fig. 7 - Estrutura viária radial de penetração no território circundante e núcleos rurais que serão incorporados na cidade [63].



Fig. 8 - Planta do Porto, 1833 [Fonte: Arquivo Histórico do Porto].



Fig. 9 - Planta do Porto de Telles Ferreira, 1892 [Fonte: Arquivo Histórico do Porto].

2.1.2 A renovação urbanística: localização e implantação na cidade do edificado em estudo

Como resultado do desenvolvimento económico e do aumento demográfico que se vinha fazendo sentir já na segunda metade do século XVIII, assistimos a uma verdadeira revolução urbanística na cidade do Porto. Na verdade esta renovação tem o seu início com os Almadas, dirigida primeiro por João de Almada e, após a sua morte, continuada de certo modo por seu filho Francisco de Almada e Mendonça. Através da Junta das Obras Públicas, procura-se, logo desde o seu início, resolver alguns problemas fulcrais e principais, como sejam, dar dignidade e monumentalidade à Praça da Ribeira que era o centro nevrálgico da cidade mercantil, melhorar as comunicações com a zona alta e reordenar o crescimento anárquico da zona extramuros.

A Junta das Obras Públicas decide, logo em 1764, dar início à reconstrução da Praça da Ribeira. E para a ligar à zona alta da cidade abre-se então uma nova rua, a Rua de S. João que passa a estabelecer a ligação com o Largo de S. Domingos e, através da Rua das Flores, com a zona alta da cidade. Também a Praça de S. Elói é reorganizada, facilitando a ligação à nova Porta do Almada e à Porta do Olival através da Rua dos Caldeireiros [75].

Em relação à zona extramuros definem-se as linhas de expansão da cidade, de acordo com as ligações aos seus arredores e com o interior. Mas as novas ruas e praças que vão sendo abertas obedecem agora ao espírito da época, ao espírito iluminista. As ruas e praças são largas e rectilíneas, com edifícios alinhados e fachadas regularizadas. Também regularizadas são as novas vias e as velhas estradas que fazem a ligação a Braga (Rua do Almada, Campo de Santo Ovídio), à Póvoa de Varzim (Cordoaria, Praça dos Ferradores, Rua de Cedofeita, Carvalhido), a Guimarães (Batalha, Rua de Santa Catarina, Praça da Aguardente), a Penafiel e Vila Real (Batalha, Santo Ildefonso...). E entre estas ligações constroem-se ou regularizam-se outras vias: Rua de 31 de Janeiro (Santo António), Rua dos Clérigos, Rua da Boavista... (Fig. 10, Fig. 11 e Fig. 12)

Estas obras vão criar e permitir uma estrutura de ligação radial, abrindo a cidade em várias direcções, como nos é amplamente demonstrado pela planta circular de George Balck, de 1813. E, como se mostrava um entrave para todas estas ligações, começa a ganhar força a ideia da demolição da velha muralha fernandina...

O crescimento da cidade e das próprias funções do Estado, de acordo com o espírito centralizador e iluminista, levam à construção de novos organismos e equipamentos.

Assim, entre os edifícios públicos, devemos referir a Cadeia e Tribunal da Relação (1767), o Hospital de Santo António (1769), o Quartel de Santo Ovídio (1790), o Real Teatro de S. João (1798), a Real Casa Pia (1790). Entre os particulares merece destaque o palácio das Carrancas.

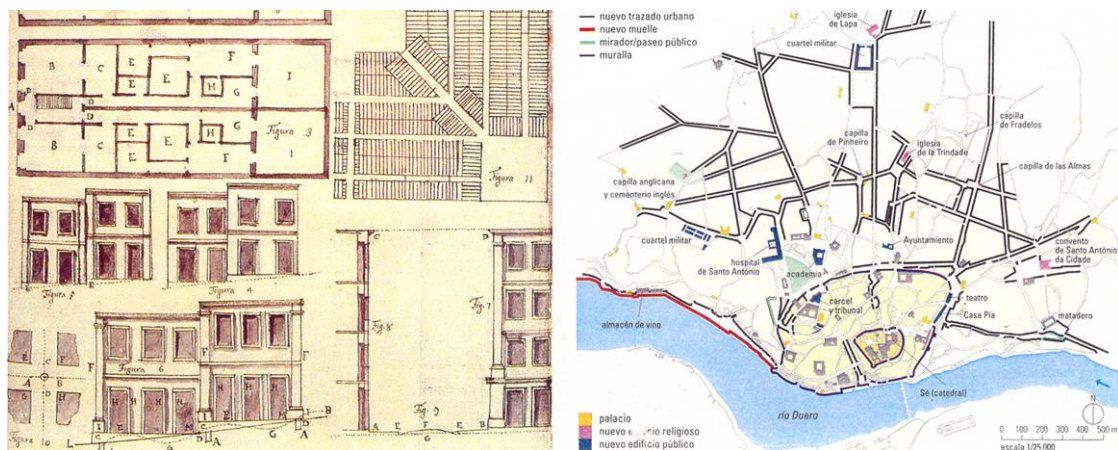


Fig. 10 - "Tratado de Ruação" (1760) e novos traçados urbanos iluministas (1764-1819) [63].

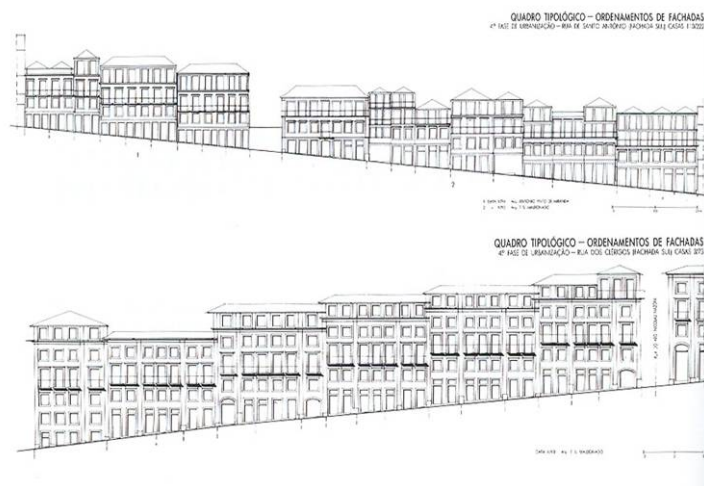


Fig. 11 - Projectos de fachadas das ruas de Santo António e Clérigos elaboradas para o Porto durante a administração Almadina [7].

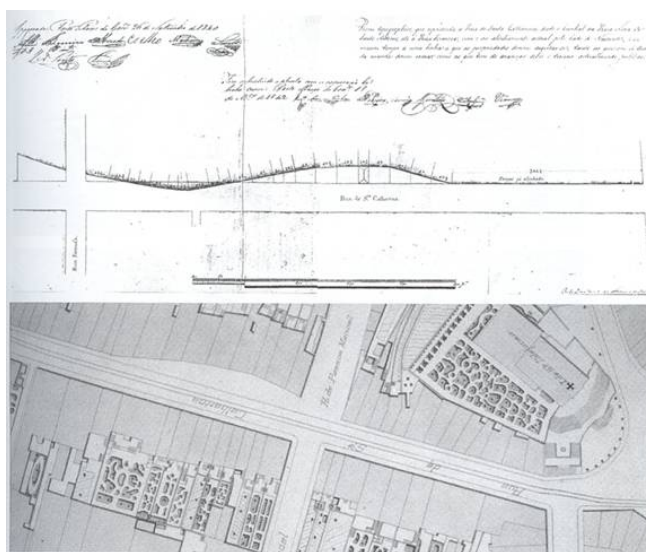


Fig. 12 - Rua de Santa Catarina. Acertos realizados para a regularização do traçado [62].

Estes edifícios seguem uma nova gramática arquitectónica de influência inglesa, sobretudo através da influência do cônsul John Whitehead. Da sua autoria são mesmo alguns edifícios, como a feitoria inglesa ou o arranjo da Praça da Ribeira. As “finíssimas” janelas de guilhotina difundem-se neste período e naturalmente também influenciam a expressão da caixilharia em estudo.

Como já referimos, as primeiras décadas do século XIX conhecem algumas convulsões (invasões francesas, revoltas, cerco e guerra civil), o que leva a uma estagnação demográfica e a um certo retraimento urbanístico. Mas, após a vitória liberal de 1834 e a ascensão da burguesia mercantil e financeira ao poder, a cidade adquire um novo impulso urbanístico. E assim, para além do palácio da Bolsa e da sua envolvente, nos finais dos anos 30 e 40 constroem-se mercados (Bolhão, Anjo), abrem-se ruas (Ferreira Borges, Camões, Constituição, Gonçalo Cristóvão, Duquesa de Bragança, Paz...), fazem-se jardins (S. Lázaro...), constrói-se uma ponte para a ligação à zona baixa de Gaia, a ponte pênsil.

Mas é especialmente a partir da Regeneração (1851), nesta segunda metade do século XIX, que a cidade ganha um novo dinamismo e um novo movimento de urbanização. Na zona antiga (intramuros) muitos becos e vielas desaparecem com a abertura, construção ou alargamento de novos arruamentos. Os riachos ou ribeiros são encanados e por toda a parte se erguem novos edifícios. O exemplo mais significativo é, sem dúvida, a Rua de Mouzinho da Silveira. Nas novas zonas de expansão (extramuros) surgem, como também já se disse, novos arruamentos que, umas vezes são mesmo de iniciativas particulares, outras de iniciativa camarária (Fig. 13).

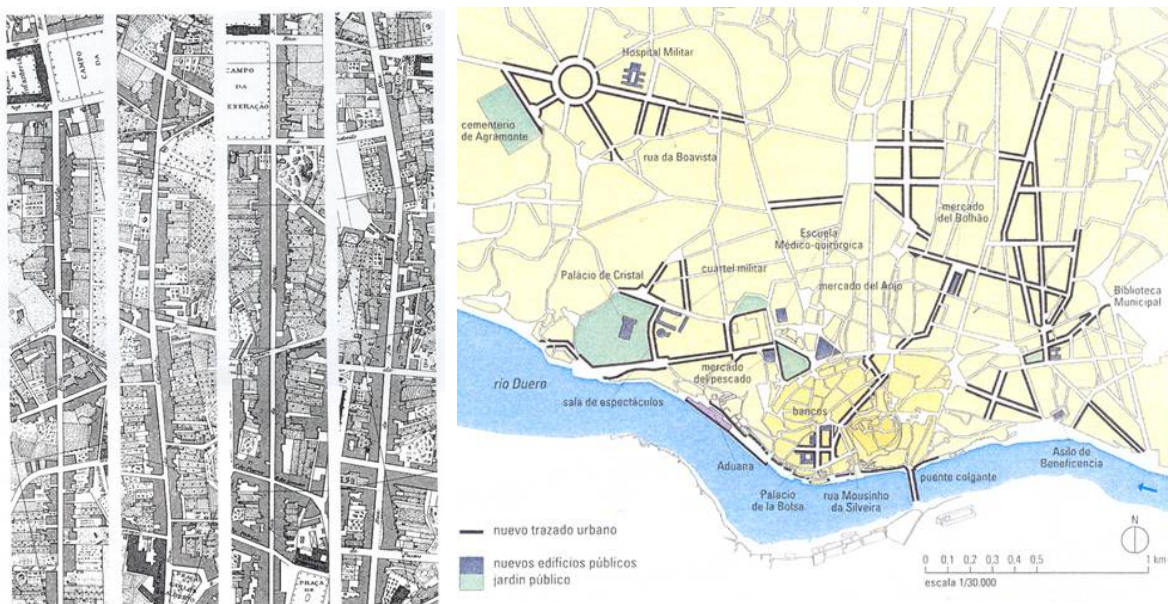


Fig. 13 - Generalização de uma tipologia com uma mesma frente e profundidade variável e intervenções na cidade entre 1820 e 1872; [7] e [63].

Surge também uma nova centralidade com a importância crescente da Praça Nova como pólo social, comercial, intelectual e político da cidade. Na Praça ficam os cafés da moda, a ela vão dar as principais ruas comerciais, próximo os teatros, as livrarias, as redacções dos jornais.

Nesta nova zona central são abertos novos arruamentos, como a Rua de Sá da Bandeira ou a Rua de Passos Manuel. A construção da ponte Luís I obriga à reorganização de novo acessos, como, por exemplo, a Rua Saraiva de Carvalho. E em finais do século, com a construção da estação de S. Bento sobre o antigo convento da Avé-Maria, a Praça Nova vê assim reforçada a sua centralidade.

A construção da estação ferroviária de Campanhã, inaugurada em 1875, teve uma importância preponderante na renovação urbana da zona oriental da cidade. Estas ligações ferroviárias ligando o Porto ao Norte (Braga), ao interior duriense e, depois da construção da ponte Maria Pia, ao sul, contribuíram decisivamente para essa renovação. Entre Campanhã e a Batalha, estabelecem-se numerosas indústrias que atraem as populações rurais chegadas de comboio. Consequentemente muitos novos arruamentos são abertos, construídos edifícios elegantes e bairros populosos. E surgem sobretudo nesses quarteirões urbanos as *ilhas*, bairros com tipologia própria destinados a alojar os operários que vinham dos vários municípios do Norte. A linha do comboio trouxe-os até ao lado oriental, onde ficaram e deixaram marcas simbólicas.

Para norte a cidade expande-se igualmente com certo dinamismo, algumas vezes associado à instalação de novas indústrias, como, por exemplo, com a instalação da *Fábrica de Fiação e Tecidos de Salgueiros* [75].

A zona ocidental ganha também um extraordinário e notável desenvolvimento urbanístico especialmente após a abertura da Praça da Boavista, em 1868. E dali, da sua rotunda, irradiam seis arruamentos nos quais se intensifica a construção de edifícios. Próximo e um pouco a sul, a construção do Palácio de Cristal e o ajardinamento da sua extensa área envolvente vão permitir à cidade a fruição de um espaço de lazer único. A zona da Foz adquire também um grande dinamismo, sobretudo com a inauguração dos transportes urbanos (primeiro o *americano*, depois o *eléctrico*) e o hábito dos banhos de mar. A Foz ganha um ar cosmopolita com os seus cafés, restaurantes, hotéis, casas de jogo, banhos e a afluência crescente de veraneantes. Inaugura-se o Passeio Alegre e a antiga estrada de Carreiros (Avenidas do Brasil e de Montevideu) enche-se de chalés burgueses.

E surge como que uma diferenciação entre as diversas zonas da cidade, principalmente entre a zona oriental e a zona ocidental. Elas são como que duas realidades distintas, ilustradas por Júlio Dinis em *Uma Família Inglesa*, obra na qual fica clara a apetência dos estrangeiros, especialmente ingleses, pela zona marítima.

Também ligada ao bem-estar, conforto e higiene das populações começa a ser montada uma rede de infra-estruturas, como seja o abastecimento de água (1873), saneamento (1896), iluminação a gás (1855). Mas é de realçar sobretudo a utilização da electricidade que, para além da melhoria dos meios de transporte, vai alterar profundamente a organização da vida diária, fazendo com que o dia se prolongue pela noite dentro...

2.2| Do sistema construtivo ao vão e à caixilharia em análise

2.2.1 O sistema construtivo da casa portuense do século XIX

No presente estudo são analisados os vãos do edificado corrente da cidade do séc. XIX que, para além dos edifícios polifuncionais, contemplam a habitação burguesa do Porto Liberal, assim como a construída no início do séc. XX. Trata-se do edificado construído além da muralha fernandina, nas antigas estradas regionais de ligação com os povoados próximos e ao longo dos eixos projectados pelos Almadás no séc. XVIII e da malha de articulação entre eles.

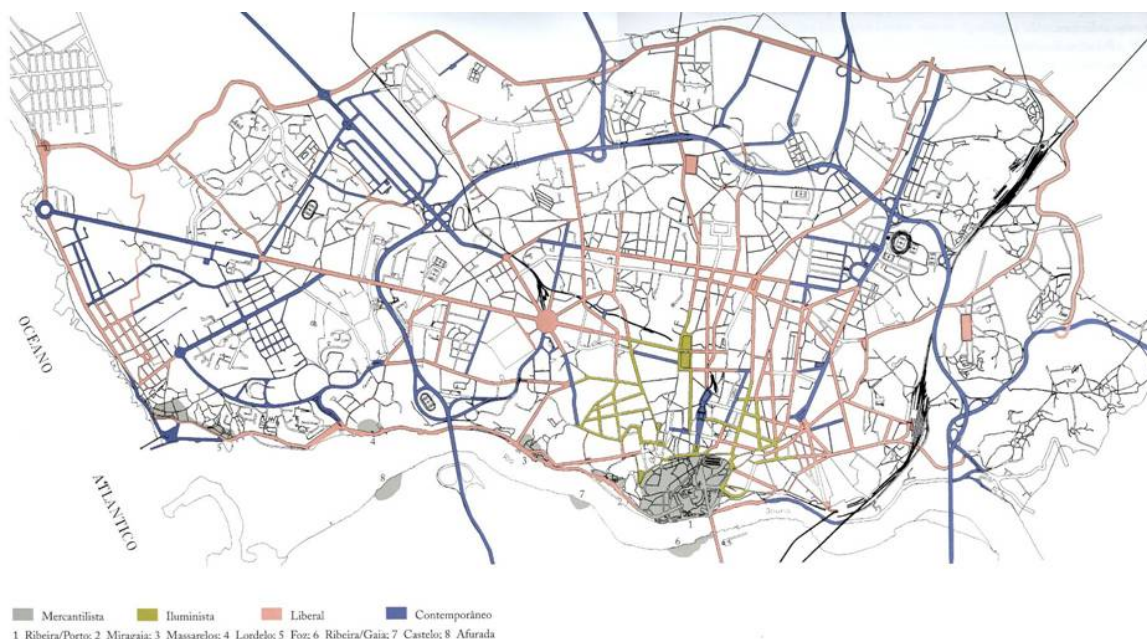


Fig. 14 - Porto, fases de desenvolvimento [7].

Estes edifícios (tradicionalmente altos e estreitos) continuam o preenchimento de arruamentos abertos na época anterior, predominando fundamentalmente no centro urbano, enquanto que uma nova tipologia de habitação monofuncional (exclusivamente de habitação) se situa nas novas zonas de expansão da cidade, em dois extremos da cidade, Foz do Douro e Campanhã, e nas novas avenidas ou ruas deste período – Avenida de Rodrigues de Freitas, Rua do Heroísmo ao Bonfim, Rua de S. Roque da Lameira, Rua de D. João IV, Rua da Alegria e parte alta da Rua de Santa Catarina, Praça do Marquês de Pombal, Rua de Costa Cabral, Rua da Constituição, Praça da República, Rua de Álvares Cabral e Rua e Avenida da Boavista (Fig. 14).

Segundo o historiador Fernand Braudel “entre os séculos XV e XVIII, em matéria de casas, só com dificuldade discernimos características de conjunto, indiscutíveis, mas sem surpresas. Vê-las, percebê-las todas, nem pensar (...) as casas constroem-se ou reconstroem-se segundo modelos tradicionais. É um sector em que, mais do que qualquer outro, se faz sentir o peso do precedente (...) por toda a parte os hábitos, as tradições entram em jogo: são velhas heranças de que ninguém se desfaz.

Em suma, uma “casa”, seja ela qual for, dura e não pára de testemunhar a lentidão de civilizações, de culturas obstinadas em preservar, em manter, em repetir”.

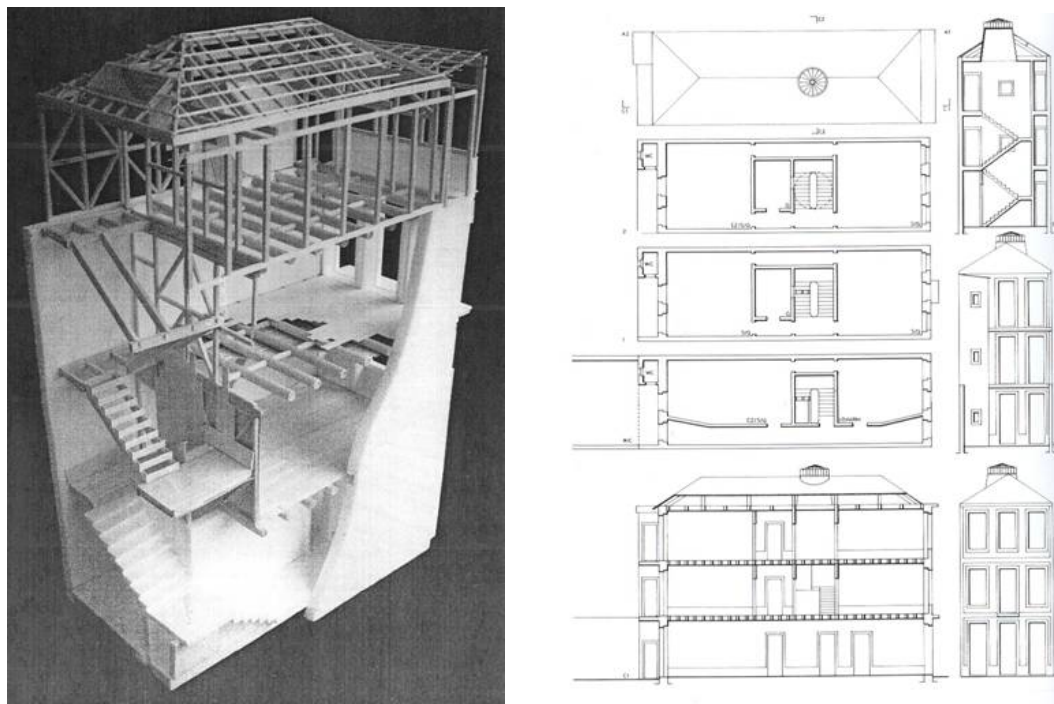


Fig. 15 - A habitação corrente portuense do século XIX; [86] e [7].

É reconhecida a complexidade dos factores particulares e universais que poderão intervir na morfologia da habitação corrente de uma localidade: culturais, climatéricos, tecnológicos, urbanos, sociais, económicos... [86].

Rogério Azevedo a propósito das casas do Porto: “O arco, por exemplo, que consegue vencer largos vãos, sendo prático na extensão arquitectónica antiga e moderna, não é todavia económico e, por isso, (...) os caracteres arquitecturais do burgo, resumem-se aos tão característicos vãos estreitos, dependentes da natureza do material empregado – o granito – abundantíssimo no seu seio como na sua periferia. Assim, os rasgos quadrangulares das fachadas se nos sécs. XV e XVI são acentuadamente quadrados – isto é, largura = altura – nos séculos seguintes são quase sempre rectangulares, com o lado maior na vertical. Esta é uma das características que prevaleceram, de função puramente económica de que resultou uma estética sui-generis (...)” (Fig. 15).

A aplicação dos processos de mecanização à extracção e posterior preparação dos materiais tradicionais de construção permitiu que os sistemas construtivos tradicionais atingissem um grau máximo de standardização e sistematização, de apuramento técnico e de perícia de execução, que se prolongou durante boa parte do século XX.

Este aspecto vai conferir à arquitectura um carácter de regularidade, determinante para a formação de uma imagem unitária da cidade, tanto ao gosto dos princípios deterministas herdados do século anterior. Refira-se ainda que apesar de continuar influenciada pelo estilo neopaladiano, surgem nalguns casos pormenores decorativos de estilo ecléctico, bem ao gosto dos novos burgueses retornados do Brasil.

2.2.2 O vão e a caixilharia como corolário lógico do próprio sistema construtivo

Terá sido a partir da segunda metade do século XVIII que começa a ser exigido para licenciamento das casas o desenho do alçado da fachada da rua. Esta medida enquadrava-se numa política urbana fundamentada nos traçados reguladores, os quais determinavam uma uniformidade do desenho de conjunto dos edifícios (Fig. 10 e Fig. 11).

“Basta olharmos para uma qualquer rua dos séculos que estamos a tratar para constataremos que a uniformidade dos alçados das suas casas se deve à sistematização dos elementos que constituem o sistema construtivo desses alçados e consequentemente da sua arquitectura.

De facto, numa análise mais aprofundada sobre o sistema construtivo das casas do Porto, podemos observar engenhosas combinações, feitas por exemplo com os lancis de cantaria ou com os diversos elementos de madeira que constituem os revestimentos e acabamentos do seu interior (...).

Qual o grau de sistematização e pré-fabricação dos elementos construtivos alcançado durante o período que trata o nosso estudo?

Qual a relação entre uma indústria de produção de materiais construtivos e o saber empírico dos construtores?

Qual a relação entre a mesma indústria de produção de materiais construtivos em massa e o sentido estético afirmado no gosto dominante?” [86]

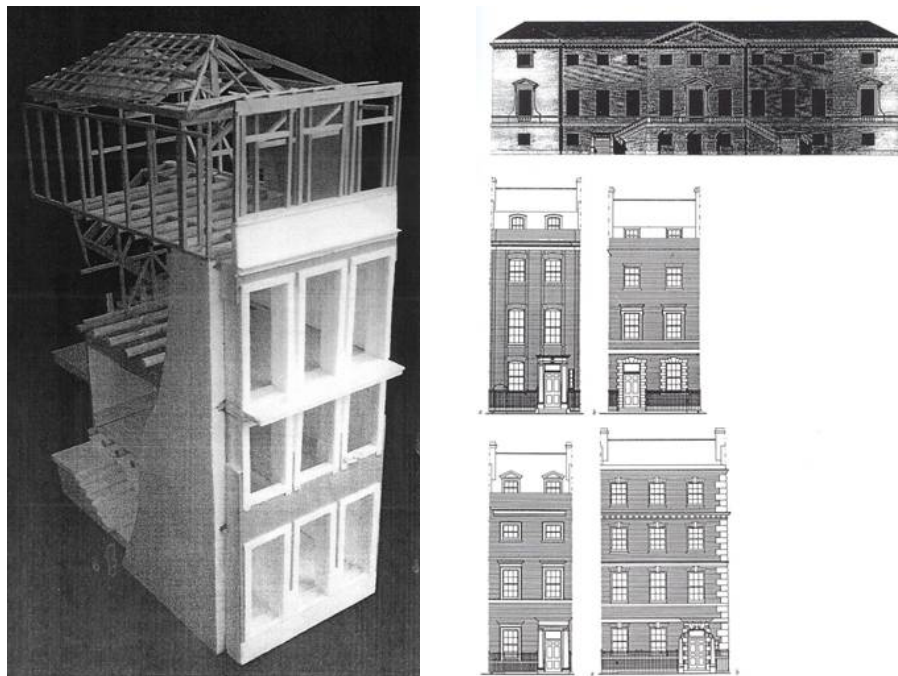


Fig. 16 - O edifício corrente de habitação portuense e a casa Georgiana inglesa; [86] e [7].

A janela de guilhotina, amplamente difundida no séc. XVIII e muito seguramente importada pelos ingleses, começa a ser substituída quase generalizadamente pela janela envidraçada de

batente com duas folhas, bandeira e abertura para o interior. Siza Vieira, numa entrevista recente [Jornal “O Público”, de 28/01/2006], referindo-se ao Porto e à presença da cultura inglesa a partir do século XVIII, menciona “... essa marca muito forte, mesmo na arquitectura corrente das caixilharias finas na Baixa do Porto (...)” (Fig. 16).

As janelas e as próprias dimensões dos vãos terão sido resultado da tecnologia existente e da dimensão máxima permitida pelo fabrico do vidro (Fig. 18 e Fig. 19). Generalizadamente estas janelas teriam dimensões múltiplas dos vidros disponíveis (habitualmente 6 vidros por folha de correr – 3 módulos de largura por 2 de altura). A tecnologia do fabrico do vidro avança enormemente no séc. XIX, o que contribui decisivamente para esta mudança: as 2 folhas e a bandeira contemplam dimensões de envidraçados até então impossíveis de atingir. A relação com o exterior altera-se: maior transparência e luz natural são mais valias indispensáveis a uma cidade granítica, de ruas estreitas e lotes profundos. À semelhança das portadas, as duas folhas da caixilharia podem recolher na espessura da própria parede, abrindo-se uma nova relação com o exterior, bem característica dos ideais românticos de relação com a natureza: novos jardins e passeios multiplicam-se pela cidade – Avenida das Tílias, Passeio das Virtudes, Passeio das Fontainhas, Passeio Alegre.... Simultaneamente com uma só solução de caixilharia resolve-se o desenho das janelas e portas de acesso às sacadas.

Na habitação corrente do séc. XIX a pré-fabricação e a sistematização dos lancis de pedra que configuram os vãos e constituem simultaneamente os aros de portas e janelas, caracterizam um sistema tanto rudimentar quanto sofisticado (Fig. 17).

As ombreiras dos vãos eram constituídas por lancis de granito, com a largura correspondente à espessura das paredes, com um perfil recortado em forma de batente, conformando o aro de gola. O seu comprimento era fixo, pois estava limitado às dimensões mais económicas da pedra. Por esta razão eram frequentemente acrescentados, adaptando-se deste modo às várias alturas dos vãos. Os lancis de ombreira, de formas mais simples, eram também os de maior dimensão, sendo ainda os únicos que se repetiam em todos os vãos da casa, conjugando-se com os restantes lancis.

As vergas dos vãos de portas e janelas eram sempre formadas por dois lancis, um exterior e outro interior, dispostos de maneira a formarem batente, constituindo assim o aro de gola da padieira. Os lancis exteriores podiam variar em função da riqueza dos seus pormenores decorativos, enquanto os interiores mantinham sempre a mesma forma, muito mais simples, susceptível de se combinar com qualquer dos casos anteriores.

Os parapeitos das janelas de peito eram formados apenas por um único lancil que podia ser igual ao utilizado na padieira. É de notar ainda que, nestes vãos, os lancis situados entre o pavimento e o parapeito têm o mesmo perfil dos lancis interiores usados nas padieiras [86].

As janelas estão habitualmente inseridas nestas paredes de grande espessura com locais claramente definidos para os vários elementos que ocupam esta espessura:

- Caixilharia: sempre na face exterior do plano da fachada, quando muito ligeiramente recuada para entalar uma guarda de ferro forjado sobre o lancil de peitoril;

- Portadas: habitualmente no dente/ressalto do lancil de ombreira para fixação (e batente) das duas ou quatro portadas com possibilidade de recolha dentro da espessura da parede disponível e ocultas pela guarnição interior.

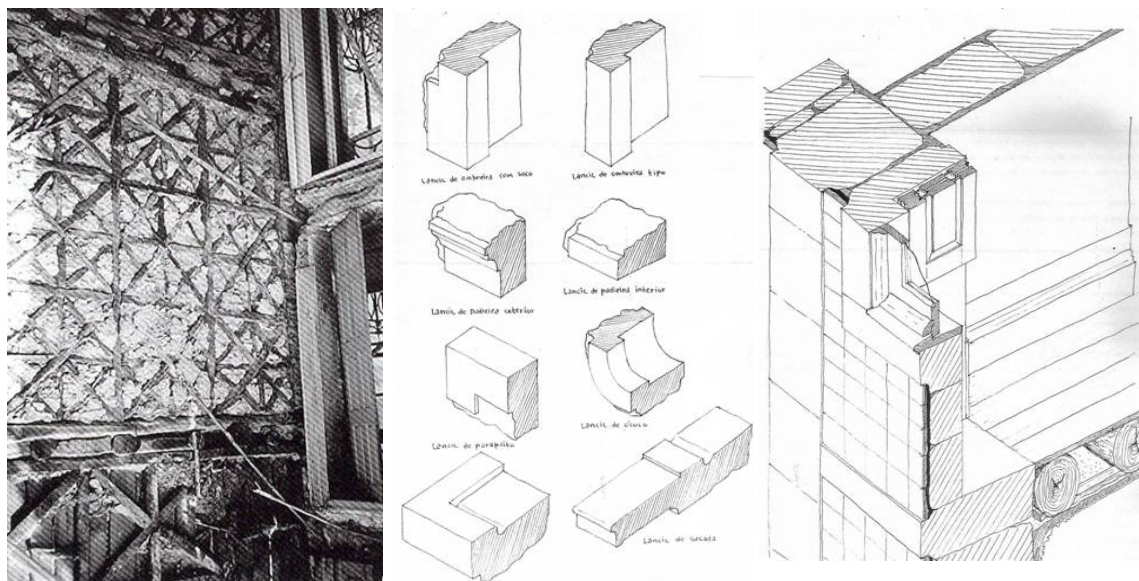


Fig. 17 - Sistema construtivo da habitação corrente portuense do século XIX; [86] e [7].

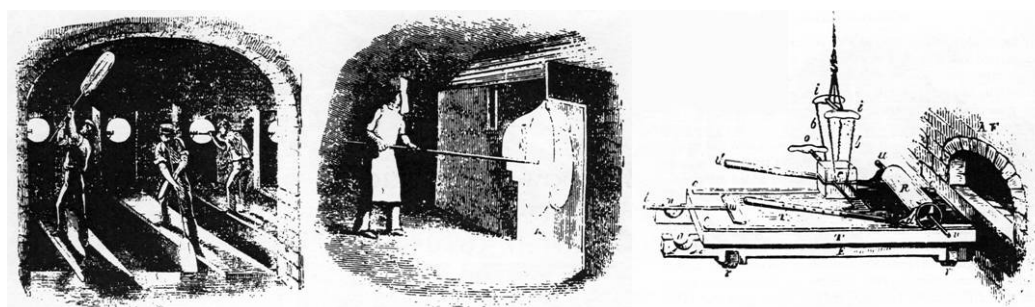


Fig. 18 - Processo de fabricação de vidro cilíndrico: por sopro e balanço e por rotação. Instrumentos de fabricação de vidro plano [60].

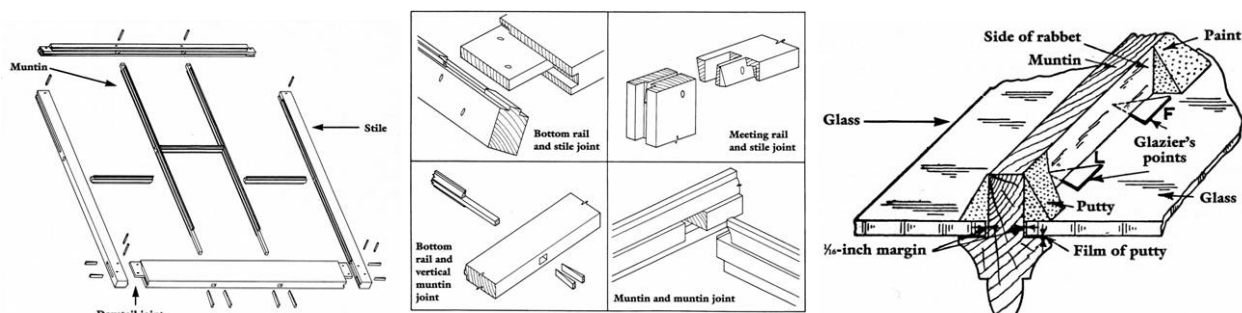


Fig. 19 - Construção de uma janela de guilhotina no início do séc. XIX [60].

2.3| Caracterização do vão e da caixilharia em estudo

2.3.1 O elemento construtivo em análise: a caixilharia de batente com duas folhas

As caixilharias em estudo também surgem frequentemente descritas como janelas de peito de batente ou janelas de sacada de batente e localizam-se habitualmente nos pisos elevados dos edifícios - acima do piso térreo habitualmente ocupado com comércio e com a porta de acessos aos andares. Estes dois tipos de janelas diferem construtivamente nas suas dimensões e na existência de almofadas nas janelas de sacada, para além do requinte de ornamentos que o dinheiro e o gosto do cliente determinavam. Normalmente, os caixilhos de abrir são encimados por uma bandeira com caixilho fixo, excepto nas janelas de pisos acrescentados ou trapeiras, que são mais pequenas, por corresponderem a pés direitos mais baixos [86].

Os caixilhos de abrir são constituídos por uma esquadria de couceiras e travessas divididas por pinázios e travessas intermédias preenchidas com vidros e almofadas. Nas travessas inferiores são fixadas pingadeiras ou borrachas para evitar a entrada de água, e a uma das couceiras de batente é pregado um perfil de batente a servir de mata-juntas. Os caixilhos das bandeiras são apenas constituídos por uma esquadria de couceiras e travessas, dividida por pinázios, segundo variadas formas e estilos. As samblagens e restantes uniões entre as várias peças, algumas de formas delicadas como os pinázios, são em tudo iguais às das portas. A dividir os caixilhos de abrir do caixilho da bandeira existe a travessa da bandeira que, à semelhança do que acontece nas portas, pode apresentar-se mais ou menos decorada com variado tipo de ornatos. Como se confirma nas imagens que se seguem o perfil de batente (vertical) e a travessa de bandeira (horizontal) são determinantes na expressão de conjunto destas caixilharias devido à sua profundidade e sombras projectadas no plano da caixilharia.

Os aros continuam a ser os lancis das ombreiras e padieiras, onde são fixadas as dobradiças por meio de chumbadouros. Porém os caixilhos de vidro nunca são fixos pelo interior do aro de gola mas sim pelo exterior, o que determina a existência de um aro de batente e mata-juntas de madeira, pelo lado exterior da esquadria, fixo à cantaria por pequenos tacos de madeira ou chapuzes. Em muitos casos este mata-juntas transforma-se numa continuação do desenho da própria fachada, assumindo o papel de elemento de transição entre parte opaca e transparente como é visível na Figura 3 do primeiro capítulo.

O parapeito do vão é revestido pela soleira no exterior e pela tábua de peito no interior, sendo assim constituído por duas peças de madeira ou, nalguns casos, por uma única peça.

Quando os vãos destas janelas se localizam em paredes de pisos recuados, mirantes ou trapeiras construídas em estrutura de tabique, colocava-se a necessidade de execução de um aro de madeira rematado no exterior pelos alizares ou mata-juntas. De referir ainda que frequentemente estas janelas apresentavam um desenho muito peculiar, em forma de ogiva.



Fig. 20 - Rua Mouzinho da Silveira – o papel determinante dos vãos na composição do perfil/alçado do arruamento e correspondente adaptação à pendente [Fonte: IPAP].

As madeiras mais utilizadas eram o pinho da terra, a casquinha e o castanho nos casos mais endinheirados.

Os vidros normalmente com espessuras entre os 3 e os 5 mm eram previamente fixos por tachas, sendo seguidamente vedados com betume de vidraceiro.

Estas caixilharias seriam habitualmente pintadas de tons de branco, excepto os aros, mata-juntas e as travessas da bandeira que seriam pintadas com as mesmas cores das portas [86].

Nas páginas que se seguem apresentam-se imagens diversas relativas ao objecto de estudo abrangendo o edificado onde se insere, tipo de vãos, caixilharia base e exemplos de variantes (Fig. 20 a Fig. 28), sendo posteriormente apresentadas as peças desenhadas de levantamento geral da caixilharia-tipo e correspondente pormenorização construtiva (Fig. 29 a Fig. 37).



Fig. 21 - Caixilharia-tipo de batente com duas folhas e bandeira. Rua Sá da Bandeira.



Fig. 22 - Caixilharia de batente com duas folhas e bandeira – variações à forma da bandeira mantendo o sistema construtivo. Rua Sá da Bandeira.



Fig. 23 - Caixilharia de batente com duas folhas e bandeira – variação do desenho / expressão mantendo o sistema construtivo. Rua Sá da Bandeira.



Fig. 24 - Caixilharia de batente com duas folhas e bandeira. Rua de Santa Catarina.



Fig. 25 - Caixilharia de batente com duas folhas e bandeira. Rua do Bonjardim.



Fig. 26 - Caixilharia de batente com duas folhas e bandeira – sacada. Rua de Santa Catarina.



Fig. 27 - Caixilharia de batente com duas folhas e bandeira. Rua Alexandre Braga.



Fig. 28 - Caixilharia de batente com duas folhas e bandeira. Rua Fernandes Tomás.

2.3.2 Pormenorização construtiva da caixilharia-tipo

As peças desenhadas apresentadas (Fig. 29 a Fig. 37) correspondem a um levantamento de uma caixilharia num edifício do séc. XIX na Rua Sá da Bandeira. O edifício e a própria caixilharia configuram uma solução que se generalizou pela cidade no período em estudo podendo considerar-se o protótipo de uma caixilharia-tipo.

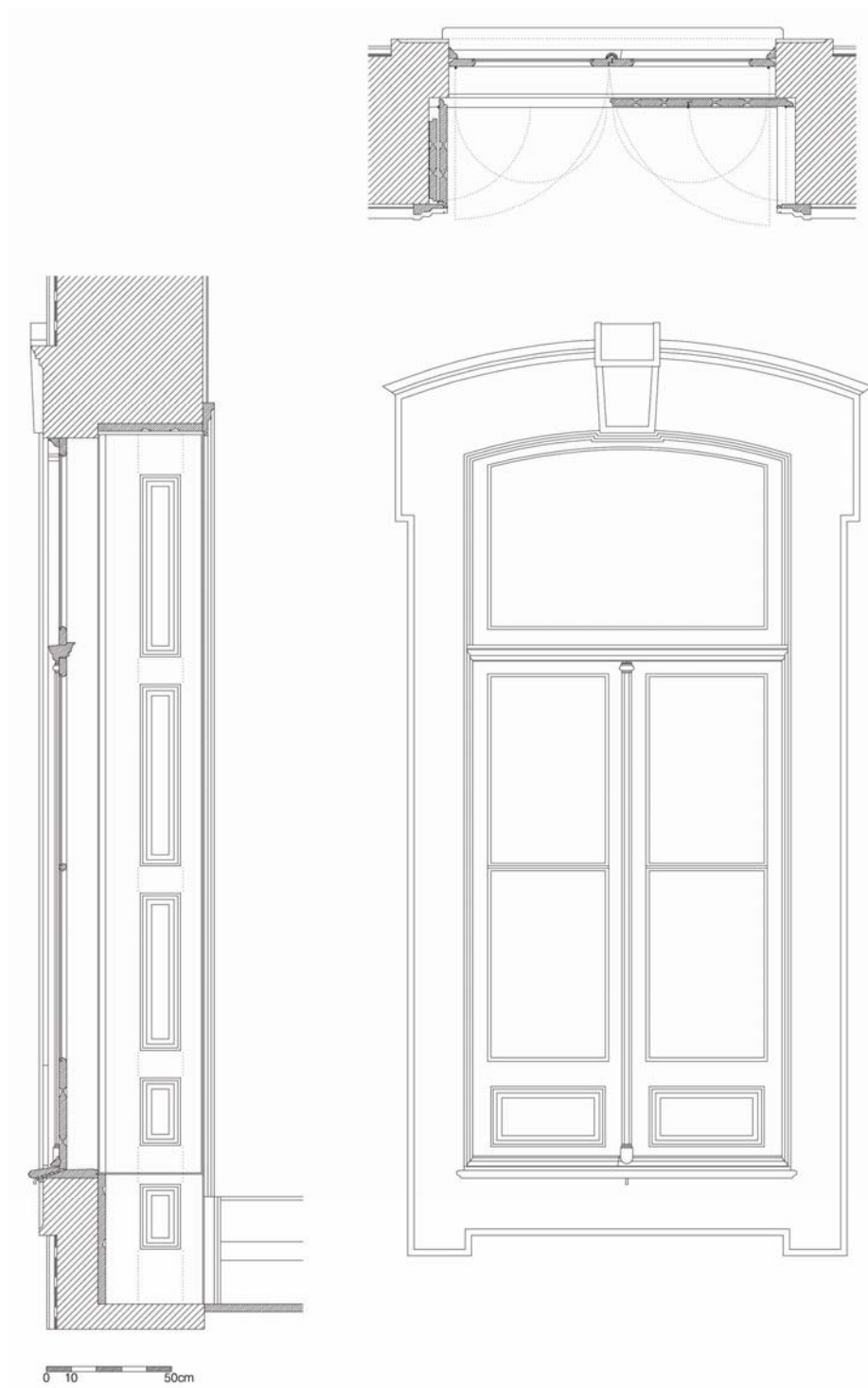


Fig. 29 - Janela de peito e batente (duas folhas e bandeira fixa) - corte vertical, corte horizontal e alçado exterior.

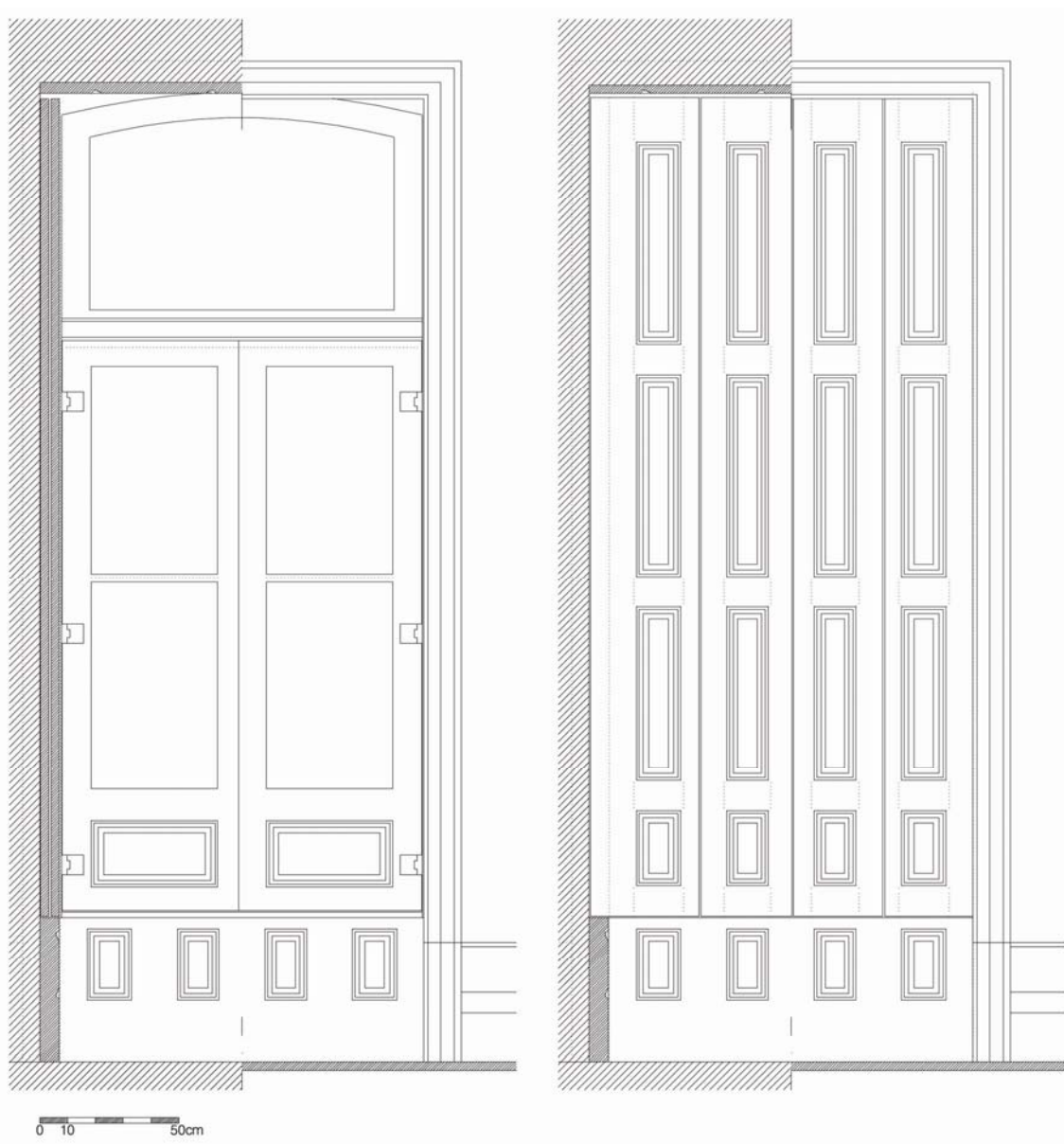


Fig. 30 - Janela de peito e batente (duas folhas e bandeira fixa) - alçados interiores (portada aberta e fechada).

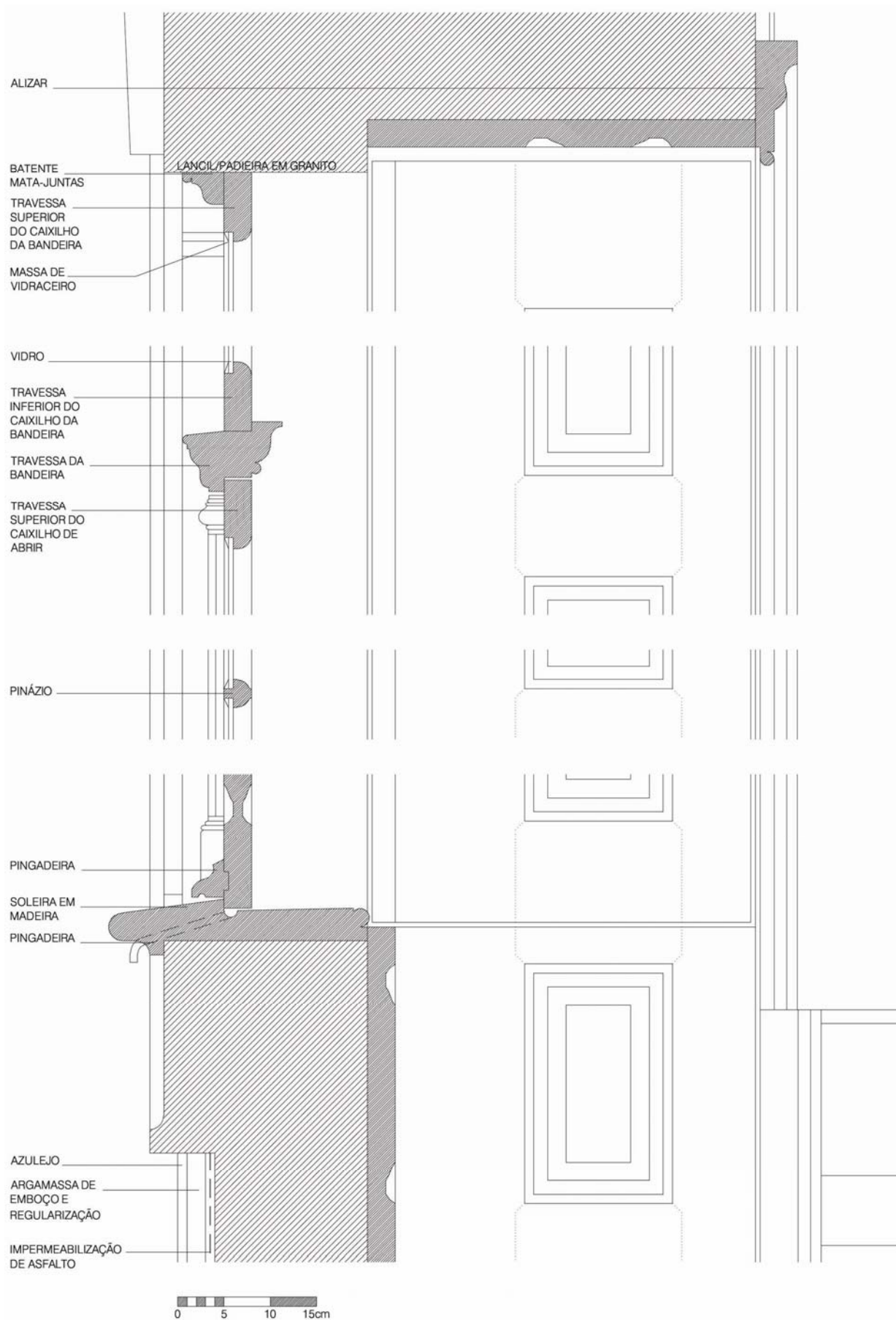


Fig. 31- Janela de peito e batente (duas folhas e bandeira fixa) - pormenor do corte vertical.

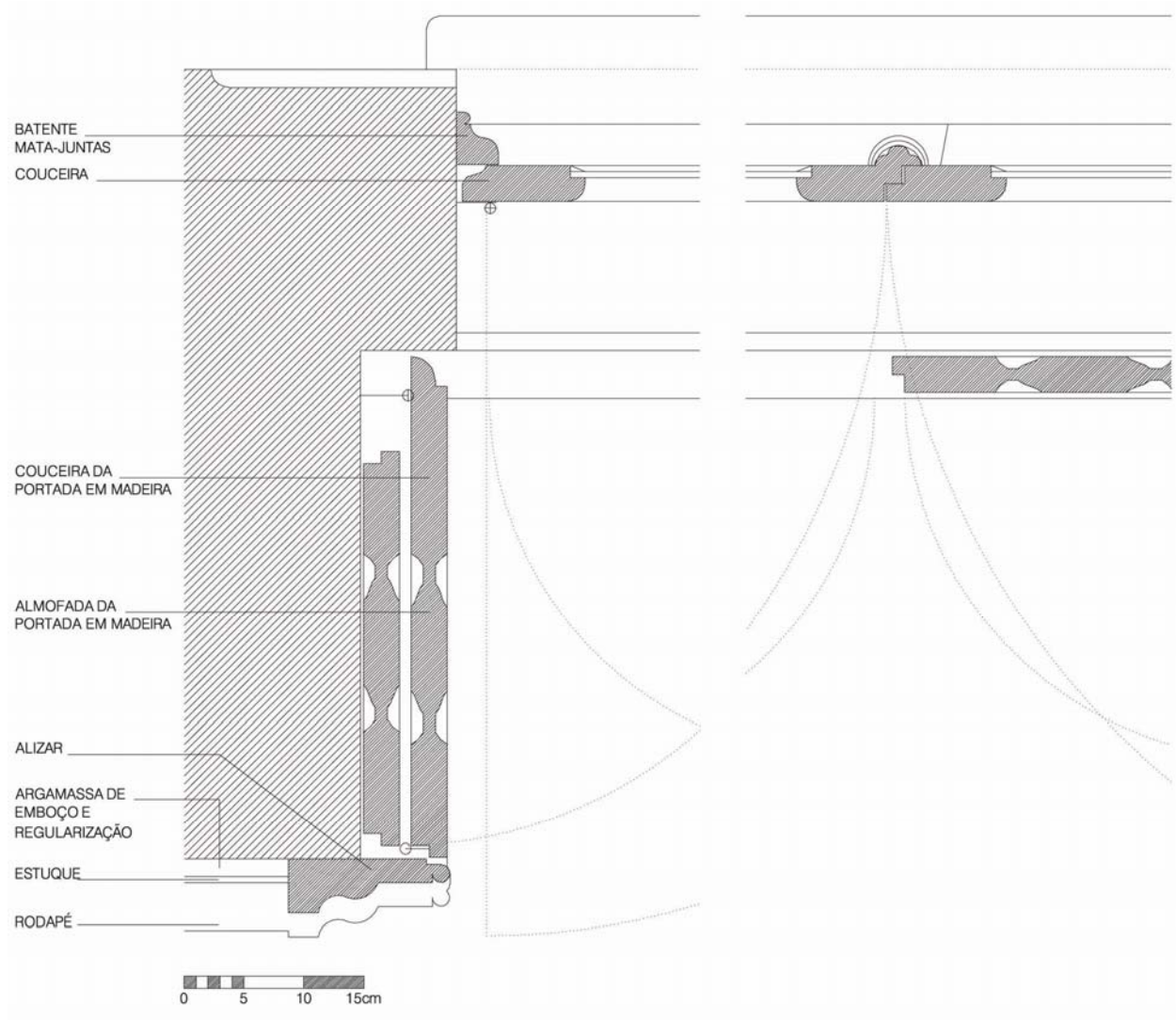


Fig. 32 - Janela de peito e batente (duas folhas e bandeira fixa) - pormenor do corte horizontal.

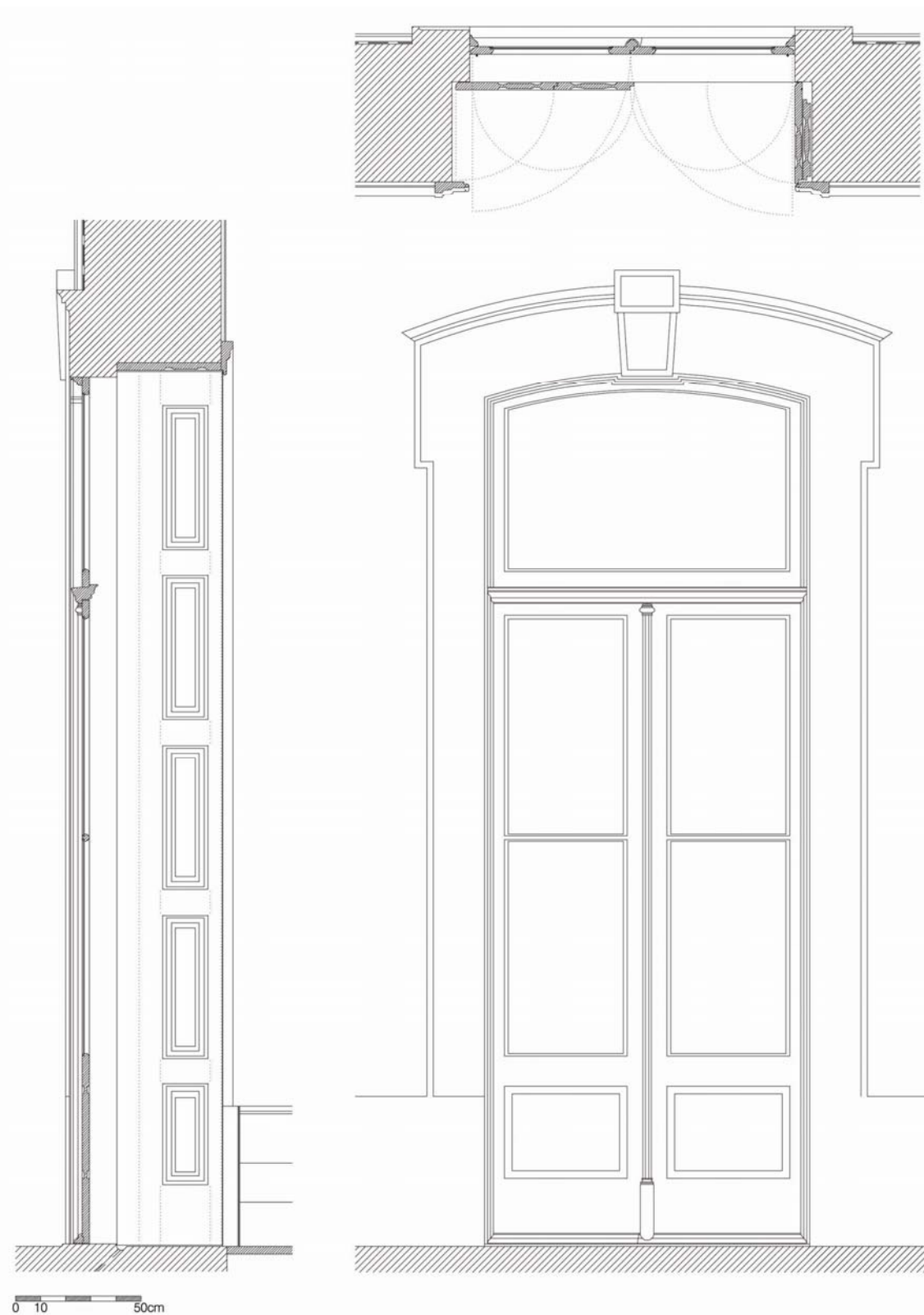


Fig. 33 - Janela de sacada e batente (duas folhas e bandeira fixa) - corte vertical, corte horizontal e alçado exterior.

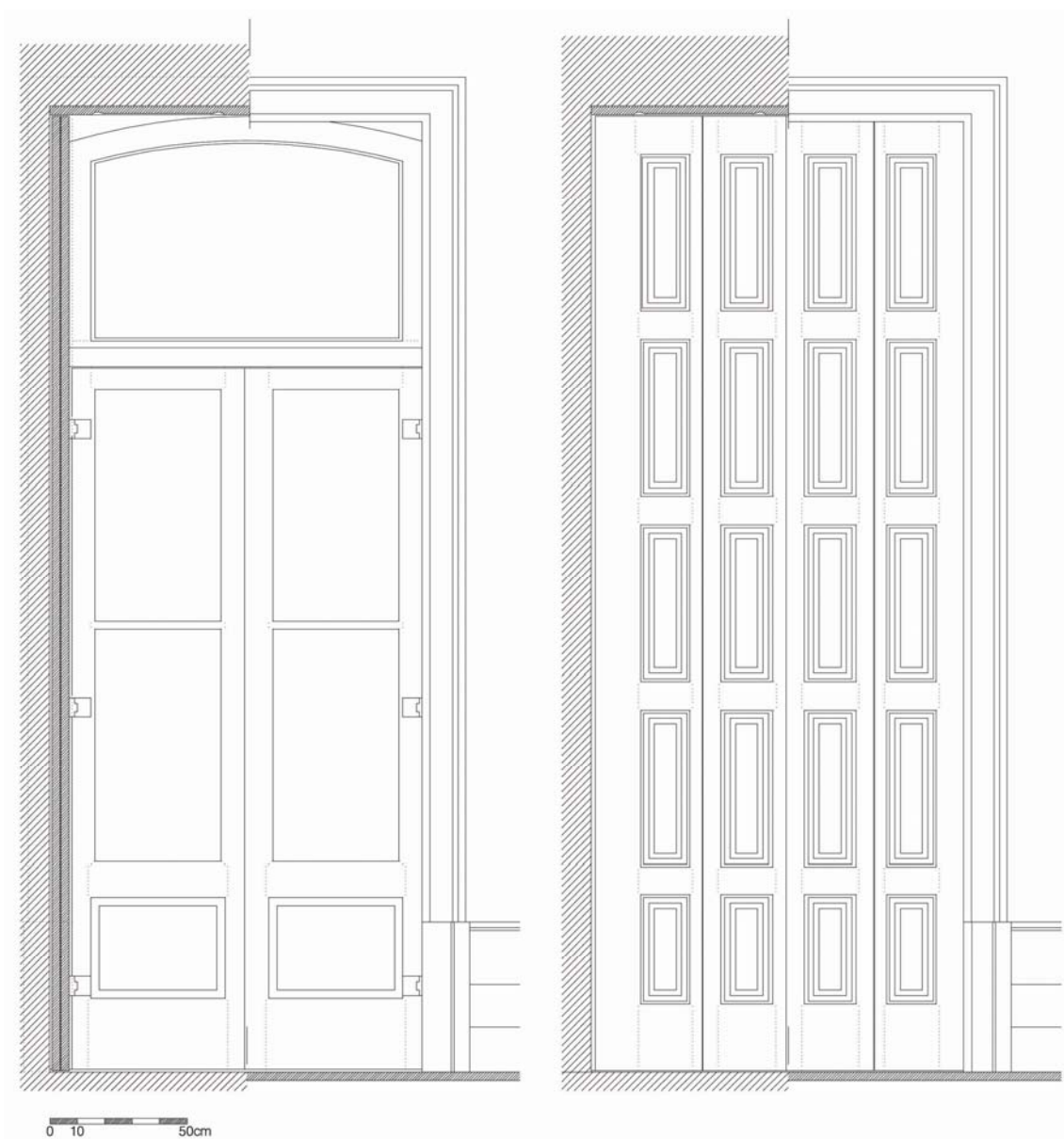


Fig. 34 - Janela de sacada e batente (duas folhas e bandeira fixa) - alçados interiores (portada aberta e fechada).

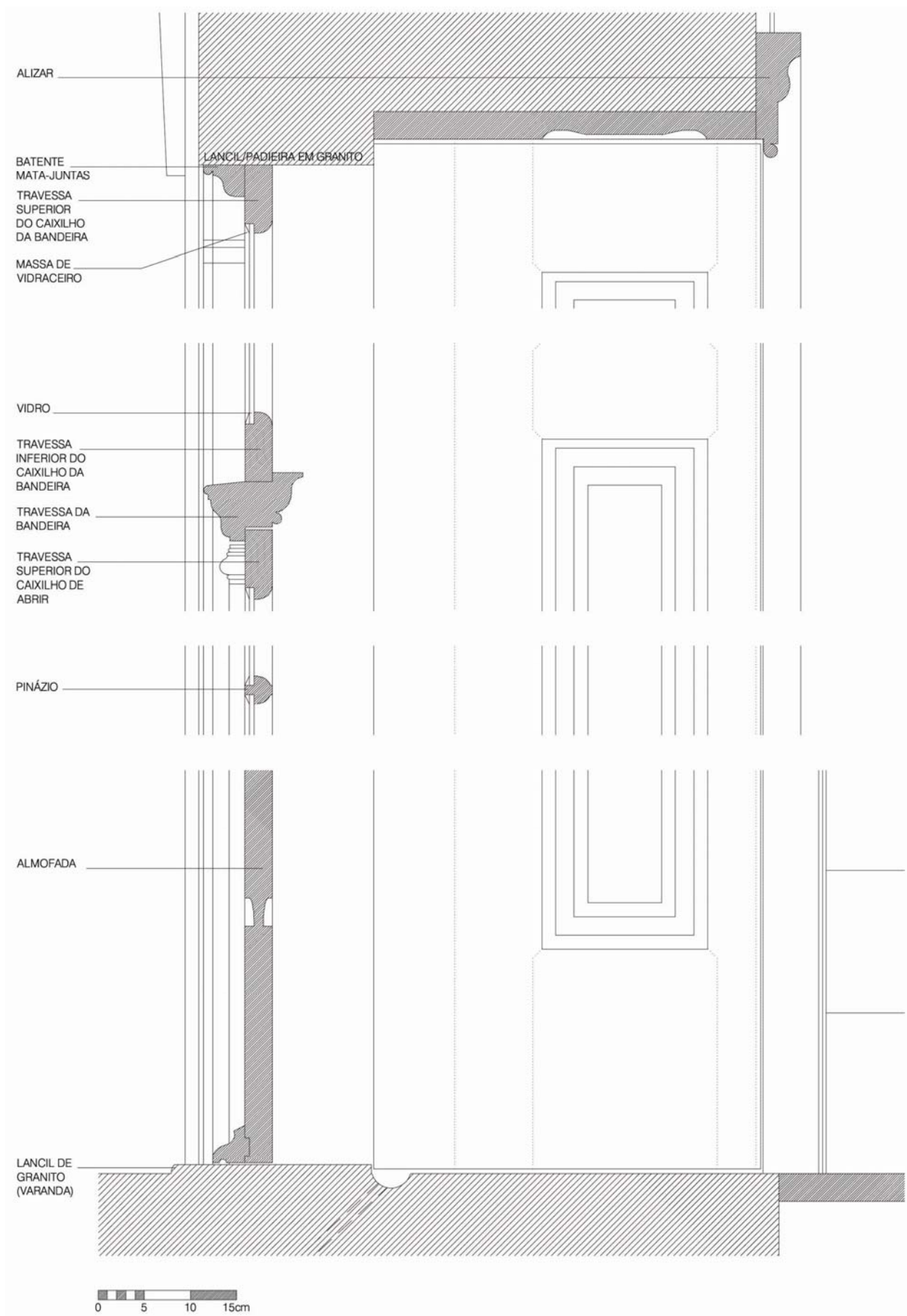


Fig. 35 - Janela de sacada e batente (duas folhas e bandeira fixa) - pormenor do corte vertical.

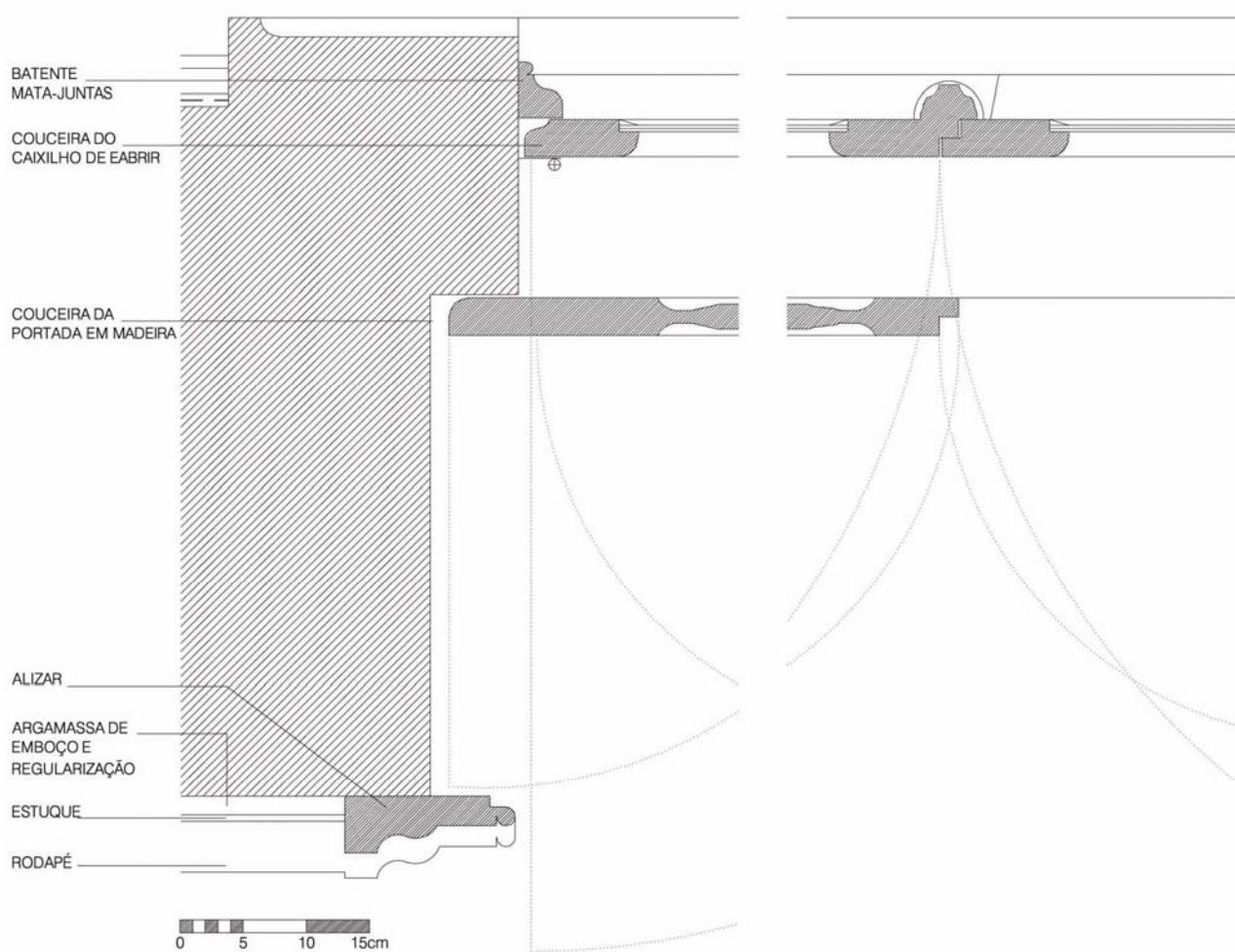


Fig. 36 - Janela de sacada e batente (duas folhas e bandeira fixa) - pormenor do corte horizontal.

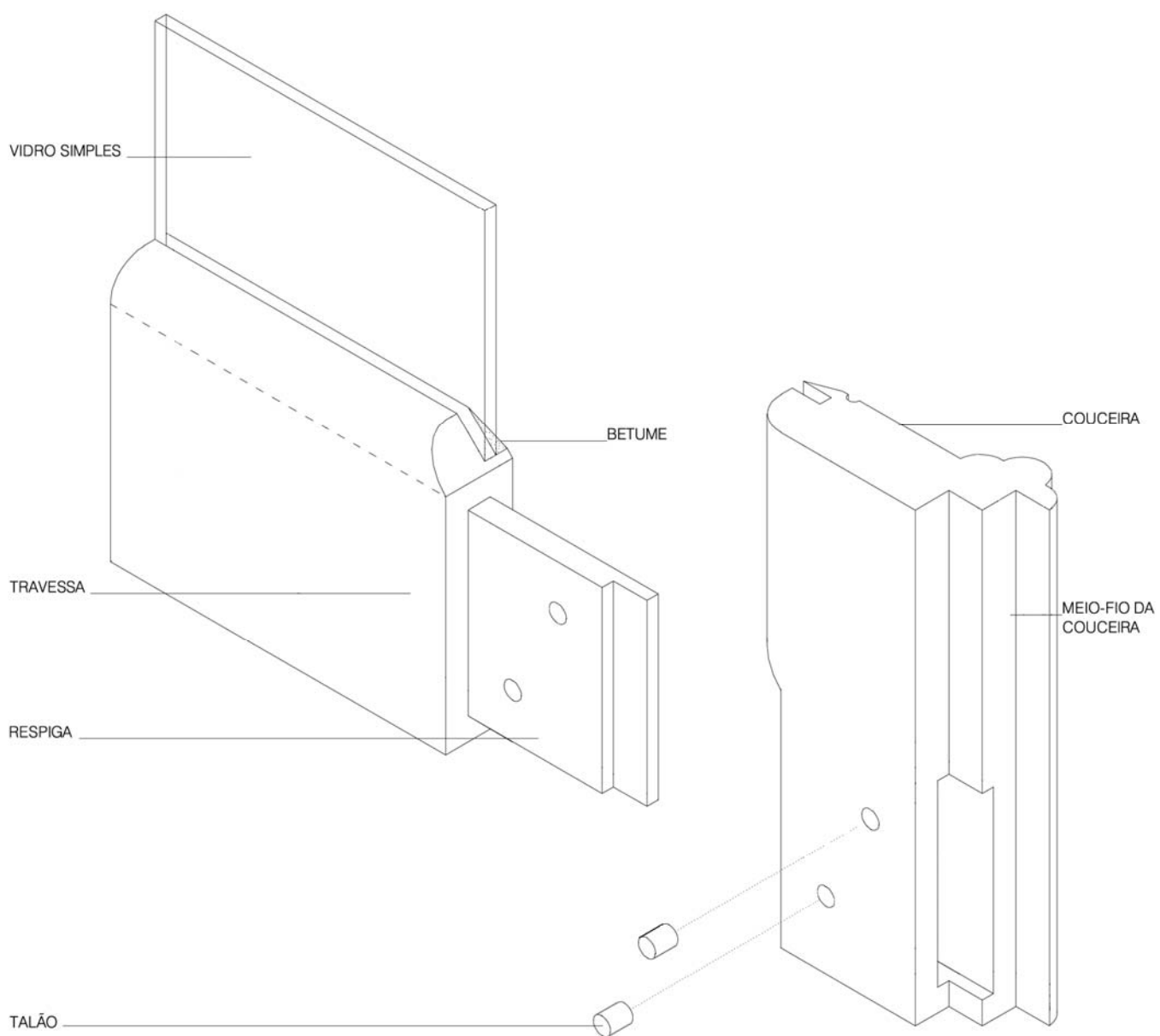


Fig. 37 - Pormenor do encaixe corrente entre travessa e couceira.

2.3.3 Permanência da caixilharia de madeira na cidade

No decorrer da investigação levada a cabo para a presente dissertação e mais concretamente na consulta ao IPAP (Inventário do Património Arquitectónico do Porto) foram disponibilizados importantes documentos que vieram confirmar algumas hipóteses lançadas nas considerações iniciais do trabalho. O levantamento de alguns arruamentos da cidade realizado pelo IPAP com o registo do estado de conservação dos materiais de fachada do edificado corrente (revestimentos cerâmicos, caixilharias de madeira e gradeamentos em ferro forjado) são documentos de inegável interesse, seja na caracterização construtiva do conjunto, seja na definição da estratégia a adoptar.

Os desenhos que reproduzimos cedidos gentilmente pelo IPAP demonstram muito claramente que de forma generalizada os arruamentos abertos no séc. XIX ou de forte construção neste período conservam ainda hoje uma expressiva percentagem de caixilharia de madeira e em muitos casos a caixilharia original (Fig. 38 e Fig. 39).



Fig. 38 - Rua Padre Luís Cabral – Registo com cor das caixilharias de madeira existentes [Fonte: IPAP].



Fig. 39 - Rua do Bonjardim – Registo com cor das caixilharias de madeira existentes [Fonte: IPAP].

2.4| Estudos desenvolvidos neste domínio

2.4.1 Síntese Internacional

Tanto o levantamento bibliográfico como a própria investigação conduzida para a elaboração do presente trabalho levam a concluir que não existem estudos que sintetizem ou articulem os diferentes conhecimentos em torno do tema. Fica-se com a impressão de que os poucos documentos existentes são demasiado prescritivos, nunca enquadrando a questão com a abrangência dos diversos pontos de vista necessários a uma coerência com a intervenção no edifício tendo em conta a estratégia de reabilitação, a história e as exigências aplicáveis.

E quando se analisam as estratégias preconizadas, invariavelmente encontramos soluções extremadas: ora não admitindo outra solução que a conservação do caixilho, ora propondo a substituição sem qualquer reflexão e conhecimento das caixilharias originais. Esta atitude será resultante do carácter não abrangente destes estudos e em alguns casos também com a preocupação em fornecer aos proprietários “receitas” de reparação de caixilharias.

Merecem contudo referência alguns estudos que contribuíram para uma primeira síntese da informação disponível com o objectivo de reabilitar caixilharias.

O estudo mais generalista e, por isso, abrangendo mais temas em causa será a publicação americana editada pela “New York Landmarks Conservancy”, intitulada “Repairing Old and Historic Windows: A Manual for Architects and Homeowners” [60]. O estudo foca fundamentalmente as janelas de guilhotina de século XIX (em madeira e em ferro), fazendo um cuidadoso enquadramento histórico. Também os aspectos ligados com a inspecção e diagnóstico, assim como a própria reparação da caixilharia, são bastante desenvolvidos, defendendo invariavelmente o restauro, muito direccionado na perspectiva do proprietário. Não são aprofundados os caminhos alternativos, tanto de restauro como de substituição.

É possível também encontrar nos Estados Unidos da América catálogos com desenhos e pormenorização exaustiva do final do século XIX e do início do século XX, quase sempre de janelas de guilhotina. Destes salientamos, de William A. Radford, “Old House measured and scaled detail drawings for Builders and carpenters: An Early Twentieth-Century Pictorial Sourcebook with 183 Detailed Plates” [71] (Fig. 40).

Contemporaneamente é também possível encontrar, nos Estados Unidos da América, catálogos comerciais com uma atenção particular às caixilharias destinadas a edifícios históricos. São documentos fundamentais no apoio à selecção exigencial e que, infelizmente, não podemos encontrar no nosso país.

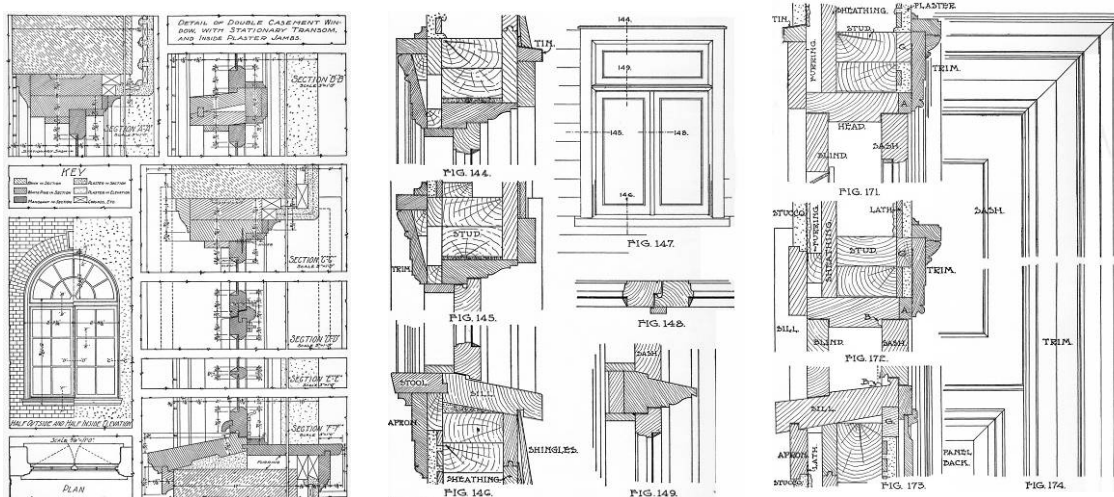


Fig. 40 - Janelas de batente com duas folhas e bandeira superior numa publicação dos EUA do início do século XX [71].

2.4.2 Síntese Nacional

Em Portugal não se encontram estudos realizados com a abrangência necessária ao tema. Existem importantes contributos parcelares, mas os mais importantes têm uma publicação restrita e, por isso, um acesso difícil. Destaca-se, pelo seu contributo disciplinar, o trabalho de Sérgio Gamelas (e outros) intitulado “Caixilharias (Projecto MEREC / Sector da Construção) [37], editado conjuntamente pela Câmara Municipal da Guarda e pela Comissão de Coordenação da Região Centro, uma pequena publicação sobre a forma de melhorar o desempenho da caixilharia tradicional. Para tal são caracterizadas diversas caixilharias tradicionais pelo levantamento geométrico e pormenorização construtiva e são apresentadas soluções de novas caixilharias com desenho/geometria muito próxima do original. É também detalhado um exemplo de introdução de uma segunda caixilharia interior destinado a situações de conservação da caixilharia existente.

Não sendo exclusivamente sobre caixilharias, teremos que fazer uma referência particular a um magnífico estudo sobre a caracterização construtiva da casa burguesa portuense entre os séculos XVII e XIX. Trata-se da prova de aptidão pedagógica do Arq. Joaquim Teixeira realizada na Faculdade de Arquitectura da Universidade do Porto e que apenas se encontra disponível na Biblioteca desta Faculdade [86]. Será talvez a primeira síntese construtiva realizada sobre este tema e é verdadeiramente uma pena que este trabalho ainda não esteja publicado. É uma perda para a cultura de reabilitação do património edificado e para o conhecimento destes edifícios que são agora objecto de estudos e referências frequentes.

No domínio da física das construções, e mais concretamente no enquadramento das questões exigenciais associadas à caixilharia, merecem igualmente uma referência os trabalhos académicos realizados no âmbito da disciplina de Tecnologia de Fachadas, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, uma vez que procuram sintetizar a informação dispersa existente relativamente à certificação, normas e exigências aplicáveis às caixilharias.

CAPÍTULO 3, SELECÇÃO EXIGENCIAL DE CAIXILHARIAS

3.1| Considerações Gerais

Mais e maiores exigências são hoje colocadas às janelas do que a qualquer outro componente de um edifício. As janelas são o derradeiro interface entre o interior e a envolvente exterior do edifício – elementos chave da concepção/desenho arquitectónico e do seu desempenho/durabilidade.

O presente capítulo alerta para a importância da certificação e caracteriza as principais exigências aplicáveis aos vãos envidraçados do edificado em estudo – trata-se de um reflexo indispensável à metodologia de intervenção desenvolvida na presente dissertação.

Desta forma, antecedendo o capítulo dedicado ao diagnóstico (levantamentos, inspecções, sondagens, ...), é aprofundado o enquadramento exigencial das operações de reabilitação de caixilharia. Como se irá constatar esta compilação poderá conter exigências contraditórias que devem ser objecto de profunda reflexão por parte de todos os intervenientes neste processo, muito particularmente pelas entidades (e seus documentos estratégicos) que poderão vir a regular a intervenção nos conjuntos de edifícios correntes com valor patrimonial – Câmaras Municipais, SRU e outras.

Atendendo à supracitada diversidade de exigências a que as caixilharias e seus componentes estão sujeitas, é muito vasta a documentação dispersa sobre o assunto. Não existe uma compilação de referência, a informação não está facilmente acessível e, em muitos casos, desactualizada ou mal organizada.

A síntese apresentada em seguida resulta da interpretação de documentos regulamentares e trabalhos académicos sobre o tema – trata-se apenas de uma base com grande espaço para desenvolvimentos ulteriores e melhoria dos critérios definidos.

3.2| Importância da certificação no processo de selecção exigencial

3.2.1 Interesse e Objectivos da Certificação

A certificação de caixilharias em Portugal quase ainda não existe, encontrando-se actualmente um número bastante reduzido de empresas certificadas no sector a trabalhar no nosso país. Os processos de certificação de empresas e produtos exigem um elevado controlo de produção e uma organização administrativa e de gestão extremamente rigorosa, havendo necessidade de envolvimento de toda a estrutura empresarial em termos verticais e horizontais - inevitavelmente as empresas e produtos certificados no mercado têm a vantagem de garantirem a qualidade global e a satisfação dos requisitos exigenciais expectáveis. A este propósito refira-se que experiências de certificação internacionais, nomeadamente a francesa, tiveram impactos muito positivos e podem servir de exemplo ao nosso país.

A certificação é um procedimento levado a cabo por um organismo certificador que assegura por escrito que um sistema de organização, um processo, uma pessoa, um produto ou um serviço está conforme as exigências específicas duma determinada norma ou referencial. Trata-se pois de uma ferramenta para desenvolver no mercado da construção a confiança dos projectistas e dos utilizadores, permitindo uma caracterização dos produtos e a consequente selecção exigencial dos materiais e componentes.

Assegurando a conformidade contínua dos produtos com as características preestabelecidas por um organismo independente e competente, um produto certificado é um produto identificado e marcado com o logótipo da entidade certificadora.

Refira-se ainda que a certificação parte sempre de uma iniciativa voluntária do fabricante – esta clarificação da oferta permitirá diferenciar os produtos certificados dos não certificados.

3.2.2 O Processo de Certificação

Estão disponíveis vários sistemas de certificação geridos por entidades independentes, que vão desde a certificação do produto à certificação da empresa. Alguns são de adesão voluntária, outros obrigatória.

De acordo com a Directiva CNQ 5/94 Avaliação da Conformidade, Critérios Gerais, existem vários níveis de certificação de produtos (Quadro 2) [36].

Certificação pelo sistema 3 (Certificação do Produto)

Permite evidenciar que o produto foi avaliado por uma entidade independente e que os resultados obtidos se enquadram dentro dos limites estabelecidos nas normas de especificação do produto aplicáveis.

A certificação pelo sistema 3 tem um acompanhamento periódico estabelecido, normalmente anual, e dá origem à emissão de um certificado.

Certificação pelo sistema 5 (Marca de Produto Certificado)

Permite evidenciar que o produto foi avaliado por uma entidade independente, que os resultados obtidos se enquadram dentro dos limites estabelecidos na norma de especificação do produto aplicável e que a empresa tem operacional um sistema de controlo da produção evidenciado através de registos de produção e de ensaios que lhe garantem o controlo e constância das características do produto.

A certificação pelo sistema 5 consiste, para além dos ensaios laboratoriais, em auditorias ao controlo da produção feitas por entidades independentes. Tem um acompanhamento periódico estabelecido, normalmente anual, e dá origem à emissão de uma licença para o uso da marca de “Produto Certificado”.

Certificação pelo sistema 6 (Certificação da Empresa)

Permite evidenciar que a empresa tem em prática um sistema de gestão da qualidade ISO 9001:2000 Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos, certificado por uma entidade independente. Este sistema é mais abrangente e envolve todos os processos da empresa, desde a concepção do produto, comercialização, assistência após venda, para além do controlo do processo produtivo. Visa a monitorização, controlo e melhoria de todos os processos. A certificação baseia-se na realização de auditorias promovidas por entidades independentes mas não prevê a realização de ensaios por parte de laboratórios independentes. Tem um acompanhamento periódico estabelecido, normalmente anual, e dá origem a um certificado e ao uso da marca “Empresa Certificada” .

Quadro 2 – Sistemas de certificação previstos na directiva CNQ 5/94

Sistema	Designação	Ensaios	Auditoria	Acompanhamento
1	Ensaio de tipo	X		
2	Ensaio de tipo seguido de posterior acompanhamento através de ensaios de amostras colhidas no comércio	X		X
3	Ensaio de tipo seguido de posterior acompanhamento através de ensaios de amostras colhidas na fábrica	X		X
4	Ensaio de tipo seguido de posterior acompanhamento através de ensaios de amostras colhidas no comércio e/ou na fábrica	X		X
5	Ensaio de tipo e aceitação do sistema de qualidade da fábrica, seguido de acompanhamento que compreende ensaios de amostras colhidas no comércio e/ou na fábrica, bem como auditorias ao sistema da qualidade	X	X	X
6	Certificação do sistema da qualidade		X	X
7	Certificação de lote	X		
8	Certificação a 100%	X		

3.2.3 Marcação CE

A marcação CE é um sistema de comprovação da conformidade dos produtos marcados com Requisitos Essenciais indicados na directiva aplicável, necessária para a circulação de determinados produtos dentro do Espaço Económico Europeu.

A marcação CE, sendo obrigatória, sobrepõe-se aos sistemas de certificação dos produtos actualmente em vigor. Não é uma marca de qualidade como a marca “Produto Certificado”, mas sim um “livre-trânsito” para a circulação dos produtos no Mercado Europeu.

As marcas de qualidade actualmente existentes continuarão a ser utilizadas em paralelo com a marcação CE e permitirão a distinção no mercado dos produtos de maior qualidade.

As bases de implementação da marcação CE nos produtos da construção estão publicadas na Directiva Europeia 89/106/CE “Produtos da Construção” [36].

Esta Directiva exige que produtos de construção aplicados em obra, de algum modo relevantes para o cumprimento de alguns dos seis Requisitos Essenciais, necessitem de um comprovativo de que cumprem tais requisitos, a fim de poderem circular no mercado europeu.

Esses Requisitos Essenciais indicados no Anexo I da Directiva, são:

- Resistência mecânica e estabilidade;
- Segurança contra incêndios;
- Higiene, saúde e ambiente;
- Segurança na utilização;
- Protecção contra o ruído;
- Economia de energia e retenção do calor.

Depois da publicação da Directiva dos Produtos de Construção (CPD), a Comissão Europeia (DG III) publicou seis documentos interpretativos para esclarecer as exigências dos seis requisitos essenciais e sua aplicabilidade aos diferentes tipos de produtos.

De acordo com esta Directiva o comprovativo da conformidade para com os requisitos essenciais pode ser emitido pelo próprio fabricante (declaração do fabricante) ou por um organismo notificado (organismo de certificação) dependendo do sistema de comprovação que estiver definido para o produto em causa. Poderão ainda participar na comprovação da conformidade outros organismos notificados (laboratórios ou organismos de inspecção).

No Quadro 3 apresentam-se os sistemas de comprovação da conformidade indicados no Anexo III da Directiva.

Quadro 3 – Sistemas de comprovação da conformidade

FUNÇÕES	SISTEMA					
	1+	1	2+	2	3	4
Controlo de produção da fábrica	F	F	F	F	F	F
Ensaio inicial do produto			F	F		F
Ensaio de amostras colhidas na fábrica de acordo com um programa de ensaios previamente estabelecido	F	F	F			
Ensaio inicial do produto	C/L	C/L			L	
Inspecção inicial da fábrica e do controlo de produção da fábrica	C/I	C/I	C/I	C/I		
Fiscalização, apreciação e aprovação contínuas do controlo de produção da fábrica	C/I	C/I	C/I			
Ensaio aleatório de amostras colhidas na fábrica, no mercado ou no local da obra	C/I					

Organismo envolvido: F - fabricante; L - laboratório; I - Org. Inspecção; C - Org. de certificação

O traço de união entre todos os sistemas consiste na necessidade do fabricante demonstrar que o processo de fabrico é controlado com regularidade.

O sistema 1+ é o mais exigente pois necessita da intervenção de um organismo notificado para certificação da conformidade do produto com base na realização de ensaios iniciais, avaliação inicial do sistema de controlo da produção do fabricante e acompanhamento através da realização de ensaios e avaliação do controlo da produção da fábrica. O fabricante é responsável pelo controlo da produção da fábrica e pela realização de ensaios ao produto ou sua encomenda a laboratórios exteriores. No sistema 1 os ensaios de acompanhamento são da responsabilidade do fabricante.

O sistema 2+ difere do anterior porque é liderado pelo fabricante que emite uma declaração de conformidade pela qual é o único responsável. Para tal este deve possuir um controlo da produção e realizar os ensaios periódicos ao produto na fábrica ou num laboratório exterior. Deve também solicitar a um organismo aprovado a certificação do controlo da produção da fábrica e o seu acompanhamento. O sistema 2 difere do anterior pelo facto de não haver acompanhamento do controlo de produção da fábrica.

O sistema 3 é também baseado numa declaração de conformidade, emitida pelo fabricante após a realização de ensaios iniciais num laboratório aprovado.

O sistema 4 é o menos exigente pois é da responsabilidade única do fabricante que deverá ter um controlo da produção implementado e realizar ensaios ao produto. O resultado é a emissão, pelo fabricante, de uma declaração de conformidade do produto sob sua responsabilidade.

No caso dos sistemas 1 e 1+ o organismo de certificação pode recorrer a laboratórios ou organismos de inspecção para a realização de tarefas específicas como ensaios ou auditorias ao sistema de controlo do fabricante, respectivamente.

No caso dos sistemas 2 e 2+ o organismo de certificação pode recorrer a organismos de inspecção para a realização de auditorias ao sistema de controlo do fabricante

3.2.4 Experiência Francesa

A experiência francesa no campo da certificação de materiais e componentes de vãos envidraçados é uma das mais ricas dos países pertencentes à União Europeia.

Em França existiam, em Novembro de 2004, 12 organismos certificadores de produtos industriais e de serviços, 18 organismos certificadores apenas de produtos industriais e 7 organismos certificadores apenas de serviços

O CSTB – *Centre Scientifique et Technique du Bâtiment* – é o organismo técnico e científico de referência da construção francesa, tendo sido uma das primeiras entidades europeias certificadoras de produtos da construção. Esta entidade é acreditada pelo COFRAC – *Comité Français d'Accréditation* – para a sua actividade de certificação de produtos industriais.

O CSTB dispõe de um extenso conjunto de meios técnicos e laboratoriais para o desenvolvimento da sua actividade - por exemplo, as caixilharias são submetidas a testes climáticos extremos (vento, ar, água, etc.), a ensaios de envelhecimento, entre outros, - oferecendo certificados de qualidade como por exemplo o CSTBat – certificado para os produtos inovadores;

Todos os produtos titulares de certificados emitidos pelo CSTB figuram numa lista actualizada periodicamente e editada pelo CSTB, na qual são apresentados os fabricantes titulares de certificado, o número do certificado, a informação técnica de base, a marcação, a denominação comercial e as classificações (classificações AEV e ACOTHERM).

3.3| Exigências e normas aplicáveis ao processo de selecção exigencial

3.3.1 Permeabilidade ao Ar (Ai)

É indiscutível que a permeabilidade ao ar das janelas é um parâmetro de grande importância para o conforto no interior do edifício. Citando o documento francês de referência para selecção de caixilharias que esteve na base do ITE 21 do LNEC [51] (actualizado pelo ITE 36 [89]), a permeabilidade ao ar deve ser limitada de forma a (I) "reduzir as perdas de calor limitando a potência da instalação de aquecimento e o consumo anual de energia" e (II) "evitar as correntes de ar frio" [18]. Os critérios de selecção das janelas relativamente a esta característica devem ser estabelecidos tendo em conta que os picos momentâneos da velocidade do vento podem causar correntes de ar desagradáveis para os ocupantes e que as perdas de calor através da renovação de ar dos compartimentos estão associadas a ventos que se fazem sentir durante longos períodos de tempo e, portanto, têm velocidades relativamente reduzidas [10].

Assim este documento parte do princípio de que numa situação de vento forte pouco frequente a permeabilidade ao ar das janelas deve ser limitada de forma a não promover, por hora, uma renovação do ar superior ao volume do compartimento onde está instalada.

Para a classificação e selecção de janelas relativamente à permeabilidade ao ar em uso em Portugal [1], os valores das pressões-limite (em Pa) para cada classe são os seguintes, respectivamente para os caudais máximos de $10 \text{ m}^3/(\text{h.m}^2)$ e de $20 \text{ m}^3/(\text{h.m}^2)$:

- | | | |
|--|-----|----|
| i) $P_{0,1} \leq 9$ e $P_{0,02} \leq 25$ | ==> | A1 |
| ii) $9 < P_{0,1} \leq 35$ e $25 < P_{0,02} \leq 100$ | ==> | A2 |
| iii) $35 < P_{0,1}$ e $100 < P_{0,02}$ | ==> | A3 |

Assim recomenda-se que as janelas sejam seleccionadas de acordo com o Quadro 4. No caso de edifícios equipados com sistemas mecânicos de ventilação, na ausência de cálculos mais detalhados pode tomar-se como referência o mesmo quadro, considerando sempre a classe de permeabilidade ao ar mais severa subsequente.

Quadro 4 – Classes de permeabilidade ao ar a seleccionar de acordo com o ITE 36, LNEC [89]

Cota	Fachadas abrigadas	Fachadas não abrigadas					
		Região A			Região B		
	I e II	I	II	III	I	II	III
< 10 m	A1	A1	A2	A2	A1	A2	A2
10 m a 18 m	A1	A1	A2	A2	A1	A2	A2
18 m a 28 m	A1	A1	A2	A2	A2	A2	A2
28 m a 60 m		A2	A2	A2	A2	A2	A2
60 m a 100 m		A2	A2	A2	A2	A2	A3

Nota 1: no anexo 1 encontram-se as definições complementares à interpretação do quadro: fachada abrigada/não abrigada, regiões e tipos de rugosidade do solo.

Nota 2: Foi recentemente publicado pelo LNEC (2006) um importante documento de actualização destas classes no quadro das novas normas europeias [43].

3.3.2 Estanquidade à Água (Ei)

As janelas devem permanecer estanques à água quando são sujeitas à acção simultânea do vento e da chuva em condições correntes. Admite-se contudo que em situações excepcionais de temporal possa haver perda de estanquidade desde que o caudal de água infiltrada seja reduzido [89]. As recomendações francesas relativas à selecção das janelas [18] indicam que estas devem manter-se estanques em condições meteorológicas susceptíveis de ocorrerem de 3 em 3 anos e que as infiltrações de água devem ser reduzidas para condições meteorológicas susceptíveis de ocorrência de 10 em 10 anos. Assim, foram considerados os valores das

distribuições dos máximos das velocidades médias do vento para intervalos de 10 minutos cujas probabilidades de serem excedidos num ano são, respectivamente, 0,33 e 0,10.

No decurso do ensaio de estanquidade à água, o protótipo é submetido à aspersão de água enquanto são aplicadas pressões crescentes, em patamares, ao longo do tempo [88]. Em cada patamar, com a duração de 5 minutos, a pressão é constante. A janela é estanque enquanto não ocorrerem infiltrações de água para o interior do compartimento ou para qualquer parte da janela de onde não possa ser escoada para o exterior quando cessam as solicitações. Nestas condições associam-se os patamares de pressão de ensaio ao estado limite de utilização caracterizado pelo valor da distribuição de máximos da velocidade média do vento para intervalos de 10 minutos cuja probabilidade de ser excedida num ano é de 0,33. No sentido de evitar a infiltração de caudais de água importantes verificou-se que a pressão originada pelo valor da distribuição de máximos da velocidade média do vento para intervalos de 10 minutos cuja probabilidade de ser excedido num ano é de 0,10 não excede a pressão de ensaio correspondente à classe imediatamente mais severa.

Para a selecção das janelas, as classes de estanquidade à água - de acordo com os critérios acima referidos - têm os seguintes valores-limite de pressão, em Pa:

- i) $P_{0,33} \leq 50$ e $P_{0,10} \leq 150$ ==> E1
- ii) $50 < P_{0,33} \leq 150$ e $150 < P_{0,10} \leq 300$ ==> E2
- iii) $150 < P_{0,33} \leq 300$ e $300 < P_{0,10} \leq 500$ ==> E3
- iv) $300 < P_{0,33} < 500$ ==> E4

Assim recomenda-se que as janelas sejam seleccionadas de acordo com o Quadro 5.

Quadro 5 – Classes de estanquidade à água a seleccionar de acordo com o ITE 36, LNEC [89]

Cota	Fachadas abrigadas	Fachadas não abrigadas					
		Região A			Região B		
	I e II	I	II	III	I	II	III
< 10 m	E1	E1	E2	E3	E2	E2	E3
10 m a 18 m	E1	E2	E2	E3	E2	E2	E3
18 m a 28 m	E1	E2	E2	E3	E2	E3	E3
28 m a 60 m		E2	E3	E3	E3	E3	E4
60 m a 100 m		E3	E3	E4	E3	E4	E4

Nota 1: no anexo 1 encontram-se as definições complementares à interpretação do quadro: fachada abrigada/não abrigada, regiões e tipos de rugosidade do solo.

Nota 2: Foi recentemente publicado pelo LNEC (2006) um importante documento de actualização destas classes no quadro das novas normas europeias [43].

3.3.3 Resistência e Deformação ao Vento (V_i)

De acordo com a metodologia subjacente ao RSA (*Regulamento de segurança e acções para estruturas de edifícios e pontes* - Decreto-Lei 235/83 de 31 de Maio), preconiza-se a verificação da segurança das janelas relativamente a um estado limite de utilização e ao estado limite último.

Relativamente ao estado limite de utilização, a acção é identificada com a pressão associada ao quantilho de 98% da distribuição anual de máximos da velocidade do vento de rajada. As deformações relativas admissíveis devem ser definidas pelo fabricante da janela tendo em conta, em especial, as deformações relativas admissíveis para o tipo de vidro desta, bem como para os tipos de perfis que a constituem sem que, contudo, seja excedido o valor 1/150 do vão considerado. Na ausência de quaisquer outras especificações que justifiquem a aceitação de maiores deformações relativas, quando o preenchimento da janela for feito com vidros isolantes (duplos ou triplos), quando forem utilizados perfis metálicos termicamente melhorados ou outros perfis compósitos cuja ligação dos elementos que os constituem possa ser danificada pelas deformações excessivas, a deformação relativa de 1/300 não deve ser excedida.

No sentido de não agravar excessivamente a exigência de resistência mecânica estabelecida em recomendações anteriores relativas à selecção de janelas [51], a acção usada para verificação da segurança, relativamente ao estado limite último, foi definida pelo valor do quantilho de 95% da distribuição das velocidades máximas do vento de rajada para um intervalo de referência de 5 anos. O valor da pressão foi afectado do coeficiente de segurança de 1,5.

Chama-se a atenção para o valor característico considerado ser consideravelmente baixo. No caso do RSA o intervalo de referência considerado é de 50 anos; a consideração de um tal intervalo de referência iria traduzir-se num agravamento notável das exigências de resistência mecânica das janelas em relação àquilo que é prática comum. Até ao momento não têm sido verificadas situações que justifiquem esse agravamento, contudo considera-se que em situações em que da ocorrência do estado limite último possam resultar prejuízos muito severos, nomeadamente em que haja risco grave de perda de vidas humanas, se deve fazer esta verificação de segurança tendo em conta valores característicos correspondentes a maiores intervalos de tempo de referência.

O coeficiente de pressão adoptado para a verificação da segurança quer relativamente ao estado limite de utilização acima referido quer em relação ao estado limite último foi, de acordo com o RSA, $\delta_p = 1,4$.

Para a selecção/classificação de janelas relativamente à resistência às solicitações do vento em uso em Portugal [89], os valores-limite das pressões (em Pa) para cada classe são as seguintes, respectivamente para os ensaios de deformação e de segurança à pressão:

- | | | | |
|-----------------------------|---|------------------------|--------|
| i) $P_d \leq 500$ | e | $P_s \leq 1000$ | ==> V1 |
| ii) $500 < P_d \leq 1000$ | e | $1000 < P_s \leq 2000$ | ==> V2 |
| iii) $1000 < P_d \leq 1750$ | e | $2000 < P_s \leq 3000$ | ==> V3 |

Assim recomenda-se que as janelas sejam seleccionadas de acordo com o Quadro 6.

Quadro 6 – Classes de resistência à solicitação do vento a seleccionar de acordo com o ITE 36, LNEC [89]

Cota	Fachadas abrigadas	Fachadas não abrigadas					
		Região A			Região B		
	I e II	I	II	III	I	II	III
< 10 m	V1	V1 ^A	V2	V3	V2	V2	V3
10 m a 18 m	V1	V2	V2	V3	V2	V3	V3
18 m a 28 m	V2	V2	V3	V3	V2	V3	V3
28 m a 60 m		V2	V3	V3	V3	V3	
60 m a 100 m		V3	V3	V3 ^B	V3	V3 ^B	

A - A utilização de janelas V1 é aceitável nos casos em que o coeficiente de pressão não excede 1,1. Em situações mais gravosas deve optar-se por utilizar janelas V1 que adicionalmente satisfaçam as condições impostas no ensaio de deformação à pressão de 60 Pa ou utilizar V2.

Nota 1: no anexo 1 encontram-se as definições complementares à interpretação do quadro: fachada abrigada/não abrigada, regiões e tipos de rugosidade do solo.

Nota 2: Foi recentemente publicado pelo LNEC (2006) um importante documento de actualização destas classes no quadro das novas normas europeias [43].

3.3.4 Coeficiente de Transmissão Térmica (U)

O coeficiente global de transmissão térmica caracteriza a troca de calor por condução, convecção ou radiação que existe entre duas superfícies de um elemento (NP EN 673: 2000).

A forma como a transferência de calor ocorre depende dos coeficientes de transmissão térmica do vidro e da caixilharia, das respectivas áreas, etc. Surge assim a necessidade de definir a forma de cálculo do coeficiente global de transmissão térmica de um vão envidraçado:

$$U_w = \frac{A_f \times U_f + A_g \times U_g + L_g \times \psi}{A_f + A_g}$$

em que:

- U_w – coeficiente global de transmissão térmica da janela [W/m².K]
- U_f – coeficiente de transmissão térmica da caixilharia [W/m².K]
- U_g – coeficiente de transmissão térmica do vidro [W/m².K]
- Ψ – coeficiente de transmissão térmica linear [W/m.K]
- A_f – área da caixilharia visível [m²]
- A_g – área do vidro visível [m²]
- L_g – perímetro do vidro visível [m]

Para os vãos envidraçados na área em estudo (Porto), o novo RCCTE [24] define como coeficiente de transmissão térmica de referência o valor de 3,30 W/m²°C (valor médio dia-noite para vãos envidraçados verticais - incluindo efeito do dispositivo de protecção nocturna).

Importa ainda mencionar que segundo a certificação francesa Acotherm o coeficiente global de transmissão térmica das caixilharias pode ser classificado em 8 classes diferentes, sendo que a classe de pior desempenho (maior coeficiente de transmissão térmica) apenas é aplicada para a certificação de portas de acesso pelo exterior a espaços não úteis (ex.: acesso a caixa de escadas).

Quadro 7 – Classificação do desempenho térmico dos vãos envidraçados segundo a Certificação Acotherm

Classe Th	Coeficiente global de transmissão térmica U [W/m ² .K]
Th 4	3,50 ≤ U < 2,90
Th 5	2,90 ≤ U < 2,50
Th 6	2,50 ≤ U < 2,20
Th 7	2,20 ≤ U < 2,0
Th 8	2,0 ≤ U < 1,80
Th 9	1,80 ≤ U < 1,60
Th 10	1,60 ≤ U < 1,40
Th 11	U ≤ 1,40

3.3.5 Coeficiente de Transmissão Luminosa (TL)

Nos materiais opacos às radiações a soma da reflectância e da absorptância é unitária, ou seja, a energia que incide na superfície do corpo é reflectida ou absorvida. Em materiais transparentes ou parcialmente transparentes às radiações uma parte da energia é transmitida através do corpo. Define-se transmitância de um corpo como a fracção de energia radiante incidente num elemento da sua superfície que por ele é transmitida. Neste contexto é possível formular que o somatório da reflectância, da absorptância e transmitância é igual à unidade.

Na Fig. 41 é possível visualizar qual o percurso da radiação solar visível quando atinge uma superfície transparente ou semitransparente como é o caso do vidro.

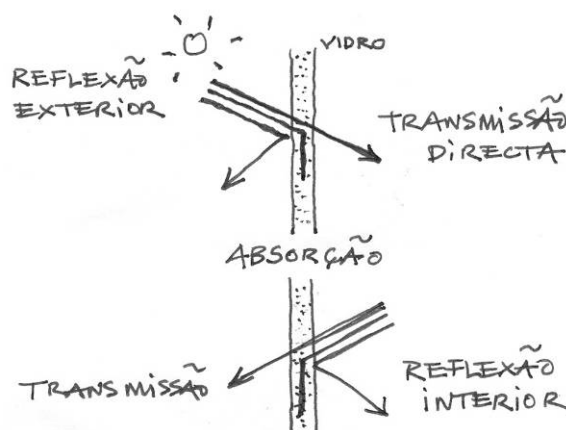


Fig. 41 - Esquema do percurso da radiação solar visível

Da análise da figura depreende-se que o comportamento à radiação visível que o vidro apresenta pode ser analisado tanto pelo exterior como pelo interior, se bem que o que será determinante será o primeiro. Em termos práticos os valores dos factores de transmissão luminosa (transmitância) podem oscilar entre os 5% (vidro duplo de cor azul) e os 90% (vidro simples incolor). Em termos de reflexão luminosa os valores podem ir dos 5% (vidro simples incolor) até aos 60% por utilização de películas de protecção na superfície exterior do vidro.

O factor de transmissão luminosa deverá ser definido de acordo com a função dos espaços e com as características do edifício objecto de intervenção. Ao nível do caderno de encargos a sua inclusão passará pela utilização de uma expressão do tipo: "O factor de transmissão luminosa do(s) vão(s) envidraçado(s) deverá ser no máximo (ou no mínimo) de x%".

Refira-se que tradicionalmente a caixilharia objecto de estudo utilizava vidro simples incolor o que equivale a uma transmissão luminosa elevada com ausência de coloração no vidro - as soluções de conservação ou aproximação do desenho original terão que, naturalmente, ter estes aspectos em conta, assim como as respectivas consequências no factor solar.

3.3.6 Factor Solar (g)

De acordo com a NP EN 410: 2000, o factor solar de um vidro é calculado pela soma do factor de transmissão directa da energia solar com o factor de transmissão secundária de calor do envidraçado relativamente ao interior. Este último é o resultado da transmissão de calor por convecção e por radiação da energia que tinha sido previamente absorvida pelo envidraçado (Fig. 42).

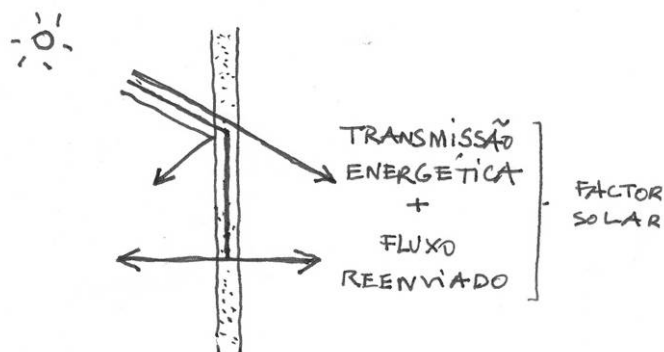


Fig. 42 - Comportamento térmico do vidro à energia solar incidente

O factor solar é determinante do ponto de vista de projecto da envolvente dos espaços já que é este que dita qual a quantidade de radiação solar que chega ao interior. No mercado é comum encontrar factores solares para os vidros que variam entre 0,10 (vidro duplo de cor azul de controlo solar) e os 0,90 (vidro simples incolor).

3.3.7 Segurança Contra Incêndios: Reacção ao Fogo

Existe a necessidade de distinguir entre os dois elementos principais que constituem os vãos envidraçados - o vidro propriamente dito e a caixilharia ou suporte que o sustenta. Em todo o caso para que o vão envidraçado assegure determinadas características no que concerne a segurança contra incêndios, esta deverá ter em conta o desempenho de ambos os elementos no resultado do comportamento global.

A reacção ao fogo dos materiais de construção qualifica a sua susceptibilidade de se inflamar e alimentar o fogo.

As antigas classes de reacção descritas na regulamentação nacional eram caracterizadas da seguinte forma:

- M0 – incombustível por natureza ou por experiência;
- M1 – não inflamável;
- M2 – dificilmente inflamável;
- M3 – moderadamente inflamável;
- M4 – facilmente inflamável.

Quadro 8 – Correspondência entre as antigas classes de reacção ao fogo e as novas euroclasses

Euroclasse	Produção de fumos	Queda de gotas / partículas inflamadas	Exigências / Classes de reacção ao fogo
A1	-	-	Incombustível
A2	s1	d0	M0
	s1	d1	M1
	s2	d0	
	s3	d1	
B	s1	d0 d1	
	s2		
	s3		
C	s1	d0 d1	M3
	s2		
	s3		
D	s1	d0 d1	M4
	s2		M4
	s3		(não gotejante)
E	Todas as classes	Todas as classes, excepto d2	M4
E	-	d2	-
F	-	-	

A *Decisão da Comissão Europeia* de 8 de Fevereiro de 2000 que aplica a Directiva 89/106/CEE relativa à classificação dos produtos de construção no que respeita ao desempenho em matéria de reacção ao fogo apresenta uma forma mais pormenorizada para classificação desta característica em que:

- A1 – nenhuma contribuição para o fogo;
- A2 – contribuição quase nula para o fogo;
- C – contribuição para o fogo muito limitada;
- D – contribuição para o fogo aceitável;
- E – reacção ao fogo aceitável;
- F – comportamento não determinado;

Propõe ainda uma classificação complementar:

- s1 – taxa de propagação de fumos $\leq 30 \text{ m}^2/\text{s}^2$ e produção total de fumo $\leq 50 \text{ m}^2$;
- s2 – taxa de propagação de fumos $\leq 180 \text{ m}^2/\text{s}^2$ e produção total de fumo $\leq 200 \text{ m}^2$;
- s3 – nem s1 nem s2;
- d0 – não existe libertação de gotículas / partículas no ensaio EN 13823 (SBI) em 600s;
- d1 – não se observa a persistência de gotículas / partículas por mais de 10 s no ensaio EN 13823 (SBI) em 600s;
- d2 – nem d1 nem d2.

No Quadro 8 apresentam-se as correspondências entre as antigas classes de reacção ao fogo e as novas euroclasses.

3.3.8 Índice de Redução Sonora Ponderado (R_w)

De acordo com o “Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios” aprovado pelo Decreto-Lei n.º 129/2002 de 11 de Maio, entende-se por “isolamento sonoro a sons de condução aérea, normalizado” ($D_{2m,n}$) a diferença entre o nível médio de pressão sonora exterior, medido a 2m da fachada do edifício ($L_{1,2m}$), e o nível médio de pressão sonora medido no local de recepção (L_2), corrigido da influência da área de absorção sonora equivalente do compartimento receptor:

$$D_{2m,n} = L_{1,2m} - L_2 - 10 \cdot \log \frac{A}{A_0}$$

onde:

- A é a área de absorção sonora equivalente do compartimento receptor, em metros quadrados;
- A_0 é a área de absorção sonora de referência, em metros quadrados (para compartimentos de habitação ou com dimensões comparáveis, $A_0=10 \text{ m}^2$);

Sendo os edifícios objecto de estudo fundamentalmente destinados a usos habitacionais ou mistos (podendo incluir comércio, serviços e diversão), o índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea normalizado ($D_{2m,n,w}$) entre o exterior do edifício e quartos ou zonas de estar dos fogos, deverá ser maior ou igual que 33 dB uma vez que este edificados se encontra em área urbana (zonas mistas).

Em todo o caso este índice de redução sonora de um qualquer elemento construtivo (fachada, empena, etc.) depende dos índices de redução sonora dos elementos opacos e transparentes (vãos envidraçados) e das áreas correspondentes destes, bem como das aberturas de entrada de ar e da própria qualidade da montagem (estanquidade do elemento). Os vãos envidraçados são, na generalidade dos casos, os elementos que acabam por determinar o nível do

isolamento sonoro. Neste sentido importa assegurar que os índices de redução sonora dos vãos envidraçados possuem um valor adequado.

O índice de redução ou atenuação acústica (R_w) traduz a menor ou maior capacidade que um elemento proporciona em termos de isolamento acústico, ou seja, a diferença que existe entre o nível de ruído medido no interior e no exterior. No entanto, a medição da redução sonora faz-se para cada banda de 1/3 de oitava para valores de frequência de 100 Hz a 3150 kHz. Tornou-se assim necessário criar um único valor que tem em consideração todos os 16 valores definidos para cada 1/3 de oitava e que se denomina por Índice de Redução Sonora Ponderado – R_w . A norma ISO 717-1 estabelece ainda a distinção de dois termos de adaptação para ruídos de tráfego e para ruídos provenientes da circulação com vista à distinção de situações em que o ruído é produzido numa frequência elevada ou reduzida. Foi assim criada uma sigla comum C que para o caso de ruídos de tráfego é distinta pelo uso do índice tr – C_{tr} . A título de exemplo a representação da redução sonora pode ser expressa da seguinte forma: $R_w (C, C_{tr}) = 35 (-5; -10)$. Isto significa que o índice de redução sonora é 35 dB e que é reduzido de 5 e 10 dB respectivamente para ruídos de circulação e de tráfego.

Importa mencionar também a existência da classificação CEKAL (Organismo de Certificação dos Vidros de Isolamento) identificando seis classes de desempenho (Quadro 9), tendo em conta o índice de redução sonora a ruídos de tráfego – $R_w (C_{tr})$:

Quadro 9 – Classificação CEKAL: classes de redução sonora a ruídos de tráfego

Classe	I	II	III	IV	V	VI
$R_w (C_{tr})$ [dB]	25	28	31	33	35	38

Refira-se porém que esta classificação é aplicável ao componente (vidro) e não ao elemento construtivo (caixilharia). Atendendo a que o isolamento aos sons aéreos dos vãos envidraçados depende não só dos vidros mas também da configuração das caixilharias e do tratamento das juntas, embora seja importante caracterizar os vidros, é fundamental que existam ensaios que permitam caracterizar o desempenho global do elemento.

3.3.9 Exigências de Carácter Arquitectónico, Histórico e Urbanístico

Tendo em conta o carácter e a localização dos edifícios objecto de estudo não se poderia deixar de incluir estas exigências na presente listagem. Não sendo propriamente uma exigência funcional, não poderá ser parametrizável como as restantes e o seu “peso” é naturalmente variável pois incluem temas tão diversos como:

- localização em áreas de protecção a monumentos ou planos de pormenor específicos
- as características da envolvente urbana;

- a data de construção e qualidade do projecto arquitectónico original;
- a qualidade do projecto de reabilitação do edifício;
- a coerência com a restante intervenção a levar a cabo;
- o estado de conservação geral deste (e das próprias caixilharias);
- outros dados de carácter social, antropológico e cultural.

Esta exigência contém em si própria a determinação da especificidade de cada caso – característica que invariavelmente emerge dos projectos de intervenção sobre preexistências.

3.3.10 Outras exigências

No Anexo 2 encontra-se um conjunto de exigências complementares que, sendo aplicáveis à caixilharia em geral, não são absolutamente determinantes na selecção exigencial de uma caixilharia para o edificado/vão em estudo.

3.4| Selecção Exigencial de Caixilharias

Na construção tradicional a escolha dos materiais e a tecnologia de construção eram completamente definidos, *a priori*, em especificações prescritivas baseadas sobretudo na experiência dos intervenientes. Na construção moderna e actual, pelo contrário, a industrialização e a diversidade de produtos e sistemas construtivos exigem selecção das soluções que garantam um determinado desempenho e evidenciem a aptidão dos sistemas para satisfazer um conjunto de exigências, definidas em normas, regulamentos e especificações técnicas.

Por isso, torna-se necessário conhecer as características dos produtos de forma a compatibilizar o desempenho exigível à solução.

A selecção exigencial dos elementos de construção pressupõe três fases distintas:

- Definição das exigências a satisfazer;
- Quantificação do desempenho da solução proposta através de ensaios, medições e/ou simulação e sua comparação com as exigências;
- Compatibilização das múltiplas exigências, em função dos materiais e tecnologias construtivas disponíveis, dimensionamento e elaboração de pormenores desenhados à escala conveniente.

Na prática seria desejável criar instrumentos que permitissem estabelecer uma ligação entre as exigências e o desempenho de uma determinada solução construtiva. Esses instrumentos seriam manuais que conduziram à elaboração de Cadernos de Encargos Exigenciais e não prescritivos.

A adopção de uma metodologia exigencial para a selecção de vãos envidraçados conduzirá a um processo racional de escolha de materiais e componentes. A utilização de um caderno de encargos exigencial, se correctamente elaborado em termos técnicos, além de facilitar a escolha tecnológica dos materiais e componentes dos vãos envidraçados, minimiza a possibilidade de utilização de produtos mal adaptados às solicitações a que estão sujeitos e geradores de patologias. A aplicação desta metodologia é vantajosa para promotores, projectistas, fabricantes, fornecedores, comerciantes, empreiteiros e sobretudo para o cliente final, já que o produto ficará com melhor qualidade global, abrindo caminho a um sistema de responsabilização em que os seguros poderão vir a desempenhar papel importante.

Em termos de desempenho, os produtos correntes existentes no mercado não cumprem a generalidade das exigências fixadas, facto que condiciona a sua durabilidade e, consequentemente, a sua qualidade.

Mas também a condicionante cultural de fundo - inevitável nestas intervenções - poderá obrigar a rever os parâmetros exigenciais aplicáveis à selecção de caixilharia neste edificado em concreto. Conforme foi referido nos capítulos anteriores, encontram-se frequentemente conjuntos de edifícios correntes do período em estudo que possuem uma grande unidade de composição arquitectónica, mantendo em muitos casos a caixilharia de madeira original ou com desenho/expressão reconhecidamente próximo do original.

Sendo assim, que peso deverão ter as “exigências culturais” face às “exigências funcionais”?

Ou reformulando a questão: será possível dar resposta a todas exigências enunciadas na reabilitação de caixilharias de madeira do séc. XIX e início do séc. XX?

No capítulo 5 apontam-se estratégias ou soluções possíveis de intervenção, mas a resposta de fundo a estas perguntas poderá já ter sido dada pelo Prof. Blacher quando afirma que o limite da aproximação exigencial se encontra nas questões culturais.

O Quadro 10 procura sintetizar a informação central do presente capítulo fornecendo uma ferramenta interpretativa / metodológica no apoio à definição da estratégia de reabilitação a adoptar.

Quadro 10 – Quadro/Resumo das exigências aplicáveis às caixilharias objecto de estudo

Exigências	Sigla ou Índice	Classes de Referência	Recomendação (caso de estudo)	Unidade	Observ.
Permeabilidade ao Ar	Ai	A1 – A3	A1	--	a)
	--	1 - 4	1	--	b)
Estanquidade à Água	Ei	E1 - E4	E1	--	a)
	--	2 - 9	3	--	b)
Resistência e Deformação ao Vento	Vi	V1 – V3	V1	--	a)
	--	1 - 5	2	--	b)
Coeficiente de Transmissão Térmica	U	--	< 3,3	W/m ² K	c)
	--	Th4 - Th11	Th5	--	d)
Coeficiente de Transmissão Luminosa	TL	--	≥ 70	%	e)
Factor Solar	g	--	≤ 0,25	%	f)
Reacção ao fogo dos Materiais	Mi	M0 - M4	M3	--	g)
	A / F	A-B-C-D-E-F	D	--	h)
Isolamento Acústico ou Sonora	Rw	--	≥ 33	dB	i)
Exigências Arquitectónicas, Históricas,...	--				j)
Outras exigências	(Anexo 2)				

Quadro 10 – Quadro/Resumo das exigências aplicáveis às caixilharias objecto de estudo (continuação)

Observações
a) Classes segundo o ITE 36, LNEC [89]. A recomendação proposta para o edifício em estudo teve como condições a localização (Porto) e o facto de serem áreas urbanizadas, com fachadas abrigadas (protegidas pelo edifício próximo) que não excedem os 15 metros de cota.
b) Transposição para as Classes segundo o recente documento do LNEC: <i>Componentes de Edifícios: Selecção de Caixilharia e seu Dimensionamento Mecânico</i> [89]. A recomendação proposta para o edifício em estudo teve como condições a localização (Porto) e o facto de serem áreas urbanizadas, com fachadas abrigadas (protegidas pelo edifício próximo) que não excedem os 15 metros de cota.
c) A recomendação é baseada no valor de referência para envidraçados do novo RCCTE [24] – no entanto o critério exigencial depende do objectivo traçado pelo projectista
d) Transposição para as Classes definidas pela marca de certificação francesa ACOTHERM (recomendação baseada no valor de referência para envidraçados do novo RCCTE [24] – no entanto o critério exigencial depende do objectivo traçado pelo projectista).
e) Recomendação baseada em valores correntes para um vidro duplo incolor ponderando a relação inevitável entre as exigências de transmissão luminosa e factor solar.
f) Recomendação segundo o novo RCCTE [24] para a área do Porto - factor solar máximo admissível em envidraçados com mais de 5% de área útil do espaço que servem (incluindo o respectivo dispositivo de protecção 100% activado).
g) Antigas classes de reacção ao fogo.
h) Classes da nova normalização europeia – euroclasses.
i) Recomendação prevista no D.L. n.º 129/2002 de 11 de Maio [23] para as fachadas situadas em zonas mistas
j) Exigências de âmbito cultural não parametrizáveis (§ 3.3.9)

CAPÍTULO 4, IMPORTÂNCIA DO DIAGNÓSTICO: LEVANTAMENTOS, INSPECÇÃO E PATOLOGIAS

4.1| Levantamentos

4.1.1 Levantamento histórico e arquivístico

A recolha histórica e a pesquisa arquivística (de desenhos, gravuras e fotografias da época da construção) são os primeiros passos a ter em consideração na elaboração do Estudo Diagnóstico e posterior desenvolvimento da operação de reabilitação.

Poderá parecer à primeira vista uma tarefa quase impossível recolher informação sobre um edifício corrente de habitação do século XIX; mas a prática e a investigação desenvolvida revelam que, afinal, poderá existir alguma documentação dispersa. Se os proprietários não detêm estes elementos, as entidades que poderão fornecer informação serão, no caso do Porto, a Câmara Municipal, os SMAS (Serviços Municipalizados de Águas e Saneamento) e o Arquivo Histórico da cidade. Paralelamente continua em “construção” o já referido IPAP (Inventário do Património Arquitectónico do Porto) com o registo de edifícios de valor arquitectónico, onde poderemos encontrar várias construções do início do século XX abrangidas pelo presente estudo.

A documentação histórica e/ou os registos originais sobre o edifício objecto de estudo fornecem elementos absolutamente decisivos quanto à estratégia de reabilitação a adoptar, permitindo hierarquizar opções de projecto e, em muitos casos, derrubar alguns falsos mitos relativamente a estes processos.

Referimo-nos a plantas (da cidade, da envolvente próxima e do próprio edifício), fotografias, gravuras e desenhos técnicos da época ou de intervenções posteriores à própria construção: é muito frequente encontrar-se nos SMAS plantas e cortes dos edifícios do séc. XIX que receberam instalações sanitárias já durante o séc. XX.

No caso das caixilharias é muito provável que não se encontre documentação específica, mas não se poderá esquecer que estas operações de reabilitação estão normalmente inseridas num programa mais extenso e seria errado ‘compartimentar’ estratégias e isolar as caixilharias do restante edifício.

4.1.2 Levantamento geométrico, arquitectónico e construtivo

É infelizmente comum ouvir-se que a caixilharia de madeira original é “para deitar fora”, que é “impossível de recuperar”, ou que “nunca irá funcionar bem” e que “deixa entrar frio e ruído...” (encontram-se inclusivamente na internet debates de participação livre sobre a conservação ou substituição da caixilharia em www.doityourself.com, 2000).

Importa acautelar as caixilharias logo na fase de projecto pois pode correr-se o risco de, durante a obra, serem removidas as caixilharias porque “não existia nada que se aproveitasse” (e frequentemente os adjudicatários preferem “fazer novo” a reabilitar). Mesmo nas operações em que se contemple a substituição, se existem caixilharias originais, o levantamento geométrico/arquitectónico da caixilharia existente deverá ser tão exaustivo quanto possível para precaver situações como a anterior.

O levantamento deverá contemplar alçados interiores, exteriores, perfis, cortes e pormenorização construtiva onde sejam claros os elementos constituintes: encaixes, fixações, reforços, ligações, ferragens.

Conforme já foi referido no Capítulo anterior (e como veremos nas estratégias de intervenção) a pormenorização construtiva é decisiva para a caracterização e sucesso das operações de reabilitação e contraponto essencial ao Caderno de Encargos exigencial preconizado.

4.1.3 Levantamento fotográfico

O levantamento fotográfico é um apoio indispensável ao trabalho de gabinete. Este registo deverá ser abrangente e metódico para evitar posteriores deslocações e fornecer todos os dados essenciais à definição da estratégia de reabilitação:

- abrangente porque deverá também incidir sobre o conjunto urbano onde o edifício se insere, assim como contemplar as diferentes escalas de intervenção (da inserção urbana e arquitectónica ao desempenho técnico/construtivo);
- metódico para se conseguir caracterizar exaustivamente o objecto de estudo com as tomadas de vista necessárias, acompanhadas do correspondente registo em planta da sua localização.

Actualmente, e com a generalização da fotografia digital, torna-se relativamente fácil fazer essa caracterização detalhada da caixilharia (Fig. 43 a Fig. 52):

- Exterior
 - conjunto de edifícios ou quarteirões onde se insere ;
 - conjunto de edifícios ou quarteirões adjacentes ou opostos;
 - o vão e seus componentes particulares: soleira, relação com o plano da fachada, travessa da bandeira, massas, betumes;
 - patologias visíveis;
 - drenagem das águas pluviais incidentes;
- Interior
 - fotografias gerais mostrando a relação com a face interior da parede onde se insere;
 - janelas abertas / fechadas;
 - elementos singulares: ferragens, relação com as portadas, fixação ao aro de pedra (ou madeira), articulação com a soleira, batentes;

Nota: a tomada de vista dos pontos singulares e pormenores de ornamentação poderá efectuar-se incluindo uma escala métrica que facilite o posterior tratamento e conferência com a informação levantada (Fig.43 a Fig. 52).



Fig. 43 - Levantamento do caso de estudo – enquadramento urbano do edifício em estudo.



Fig. 44 - Levantamento do caso de estudo – fachada e caixilharia pelo exterior.



Fig. 45 - Levantamento do caso de estudo – caixilharia pelo interior.



Fig. 46 - Levantamento do caso de estudo – pormenores da folha de abrir.



Fig. 47 - Levantamento do caso de estudo – pormenores do cremone, soleira e mata-juntas



Fig. 48 - Levantamento do caso de estudo – sondagem e pormenores da folha de abrir.



Fig. 49 - Levantamento do caso de estudo – pormenores da soleira e sua sobreposição ao lancil de peito.



Fig. 50 - Levantamento do caso de estudo – pormenores da soleira.



Fig. 51 - Levantamento do caso de estudo – pormenores da dobradiça e travessa.



Fig. 52 - Levantamento do caso de estudo – pormenor da couceira / pingadeira e recolha de amostra.

4.2| Inspeção

4.2.1 Inspeção visual

Uma inspeção cuidada das janelas proporcionar-nos-á informações importantes sobre o seu estado e eventuais patologias dos seus componentes e materiais, nomeadamente:

- materiais estruturantes (madeira, vidro...);
- acabamentos (tinta, verniz...);
- juntas entre materiais (massas, vedantes, betumes...);
- ferragens (puxadores, fechos, trincos...);
- protecção interior/exterior (portadas, estores...);
- coerência/integração arquitectónica da solução da caixilharia existente com o próprio edifício.

Se a análise for metódica e abrangente no registo/identificação de anomalias, muitas questões de estratégia para a reabilitação de janelas podem ser respondidas no decurso da inspeção visual preliminar. Testes feitos com instrumentos básicos são normalmente suficientes para determinar anomalias da madeira, pintura e massas (canivetes, escovas metálicas, espátula...). Nas infiltrações com carácter sistemático através da caixilharia, as intervenções a realizar irão incluir a substituição parcial ou integral dos elementos danificados – também existe a possibilidade de as infiltrações serem devidas a causas de fácil detecção e resolução.

Será igualmente importante tentar compreender como é feita a drenagem das águas nos pontos críticos:

- recolha e expulsão da água na soleira (sob a travessa inferior ou pingadeira);
- verificar se nos vários elementos que compõe a caixilharia existe possibilidade de acumulação das águas pluviais incidentes.

A observação acompanhada de um carpinteiro experiente poderá contribuir para a análise à viabilidade de recuperação dos elementos existentes, nomeadamente à custa de desempenamentos, rectificação nos aros e folhas de caixilharia, incluindo acessórios de abertura e fecho.

4.2.2 Sondagens, ensaios e medidas

Atendendo ao tipo de edifício em causa e às limitações orçamentais que habitualmente estão presentes neste tipo de projecto de reabilitação, será difícil a realização de ensaios e medições ao vão em questão. Trata-se de caixilharias construídas manualmente, com variações de geometria e pormenor e com etapas de degradação muito distintas, reforçando a ideia de que 'cada caso é um caso'.

Utilizando instrumentos básicos (lixa, formão, chave de fendas,...) poderemos realizar alguns ensaios simples, como remover a tinta para analisar os encaixes (Fig. 46 e Fig. 51), retirar

amostras para analisar a madeira (Fig. 48 e Fig. 52), desmontar peças para compreender a sequência de construção, etc.

Instrumentos portáteis poderão no entanto ser usados para medir e registar valores em relação ao comportamento térmico, lumínico e acústico dos espaços contíguos. Estes valores podem fornecer dados importantes à estratégia global de reabilitação do edifício - a ponderação do papel da caixilharia nos desempenhos supracitados é seguramente decisiva mas difícil de quantificar.

Esta dificuldade em parametrizar os desempenhos, seja do caixilho preexistente, seja do caixilho reabilitado, levanta novamente a questão de fundo, já enunciada no final do Capítulo 3, sobre a dificuldade em respondermos a todas as exigências aplicáveis a estas caixilharias.

4.3| Caracterização dos materiais e anomalias correntes

4.3.1 Considerações Gerais

Da análise do problema da patologia da construção com base nos dados franceses poderá concluir-se que as caixilharias e mais concretamente as caixilharias dos edifícios de habitação são um dos responsáveis pela ocorrência dos sinistros registados:

“Segundo dados da Agence Qualité Construction (AQC), organismo responsável pela apreciação e implementação da qualidade na construção em França (...) 81,3% dos sinistros registados ocorreram em edifícios de habitação, correspondendo os edifícios de habitação colectiva a 49,3% dos casos (...). Quanto às principais patologias verificou-se que cerca de 62% dos sinistros declarados resultaram de problemas da estanquidade à água, (...) que 54% dos casos correspondem a problemas que ocorreram na envolvente exterior do edifício (coberturas, fachadas e vãos envidraçados) (...) os sinistros que afectam os vãos envidraçados representam 8% do total de ocorrências” [83].

Poderemos ainda constatar que em Portugal, os dados dos Censos 2001 conduzem a uma relação directa entre a idade dos edifícios e o seu estado de conservação: dos edifícios construídos antes de 1919 apenas 20% estão bem e sem necessidade de reparação.

Desta informação confirma-se uma vez mais que estaremos perante um número muito expressivo de edifícios (e caixilharias) – o que também configura uma área disciplinar (e um mercado) com autonomia própria - conforme enunciado nas considerações iniciais da presente dissertação.

Sobre as causas gerais das anomalias construtivas em caixilharias exteriores encontra-se na comunicação de João C. Viegas et al. [90] uma síntese sobre o papel dos intervenientes (utilizador, dono de obra, projectista, construtor, fiscalização, fornecedor, instalador...), as fases

e competências em que se subdivide o processo de concepção/construção/installação da caixilharia e os procedimentos a adoptar com vista à redução da incidência destas anomalias.

Este documento fornece dados importantes para a elaboração do já mencionado Caderno de Encargos exigencial e correspondentes condições técnicas.

No entanto elas são sobretudo aplicáveis a obras novas e exclusivamente na perspectiva da selecção exigencial de uma nova caixilharia – o que no âmbito do presente estudo não permite alargar a reflexão às opções de conservação.

Para sintetizar as degradações e anomalias correntes na caixilharia em estudo recorreu-se fundamentalmente às publicações [60] e aos trabalhos académicos já citados no sub-capítulo do Estado da Arte, assim como a Estudos Diagnóstico realizados no âmbito de projectos de reabilitação concretos.

As patologias correntes observadas relacionam-se geralmente com a falta de manutenção, associada à acção das humidades e ao próprio envelhecimento e degradação dos materiais.

4.3.2 Madeira

Durante o séc. XIX a madeira continua a ser o material mais utilizado na construção de edifícios, mesmo descontando as estruturas do estaleiro e grande parte das ferramentas que também eram, na sua maioria, construídas em madeira.

Entre outras qualidades, a madeira era o único material (além do ferro) com capacidade para funcionar à tracção, era fácil de transportar e de trabalhar, existindo com alguma abundância por todo o país. As construções de madeira, relativamente às de alvenaria de pedra, apresentam a vantagem de serem mais deformáveis, ligeiras e económicas [86].

As madeiras utilizadas na construção da casa burguesa do Porto, durante o período que estamos a tratar, eram maioritariamente provenientes das regiões à volta da cidade e talvez do Pinhal de Leiria, podendo também ser importadas. “A produção nórdica tinha a vantagem de fornecer uma madeira de qualidade. O seu transporte era fácil, visto que era um transporte de cabotagem. A partir do séc. XV Dantzig e Riga são os grandes fornecedores” [80].

Estas madeiras são: o castanho, o carvalho e nalguns casos o pinho de Riga, para o vigamento dos sobrados e a estrutura das coberturas; o pinho nacional para as estruturas e revestimentos dos tabiques, soalhos e caixilharias exteriores e interiores. Nestes últimos dois casos é ainda utilizado o pinho manso e a casquinha.

Durante o século XIX, em alguns casos excepcionais de trabalhos mais esmerados, como lambrins, caixilharias interiores e alguns tectos, começa a empregar-se o mogno e outras madeiras importadas do Brasil e de África.

Sobre as madeiras mais abundantes no nosso país e, particularmente, sobre as utilizadas com mais frequência na construção das casas do Porto durante o período do nosso estudo, apresentam-se de seguida algumas das suas características [56]

O castanheiro, *Castanea sativa* Mill, abundante nas províncias de Trás-os-Montes, Beira e Algarve, fornece uma madeira de folhosa, de cor pálida ou castanha, textura grosseira e não uniforme, dura, leve, fácil de trabalhar e muito durável. A madeira de castanho é muito empregue na construção de telhados, pois é muito resistente à água. Apresenta, no entanto, o inconveniente de ser facilmente atacada pelo caruncho.

O carvalho, *Quercus Robur*, de que existem várias espécies no nosso país nas províncias da Beira, Trás-os-Montes e Douro, fornece também uma madeira de folhosa, de cor acastanhada, textura não uniforme, dura, moderadamente pesada e relativamente fácil de trabalhar. Das madeiras existentes no nosso país, o carvalho é a mais dura de trabalhar, mas, por outro lado, a mais duradoura e resistente. Todavia, o seu peso elevado pode tornar-se um inconveniente em determinadas situações onde se pretende a execução de uma estrutura leve.

Os pinheiros são as árvores resinosas mais abundantes por todo o país, sendo a sua madeira a mais utilizada na construção das habitações correntes durante a época que estamos a tratar.

O pinheiro bravo, *Pinus Pinaster*, fornece uma madeira de resinosa, de cor pálida ou castanho avermelhada, textura grosseira, moderadamente dura e pesada, fácil de trabalhar, pouco durável e moderadamente retráctil. Também conhecida por pinho da terra é uma madeira bastante resistente à acção da água, o que a tornava muito procurada para emprego em estacarias. Sendo uma madeira muito abundante no nosso país, principalmente no distrito de Leiria, é relativamente barata, o que a torna muito utilizada na construção. Tem o defeito de apresentar muitos nós, fender com facilidade e ser muito vulnerável ao ataque de parasitas.

O pinheiro manso, *Pinus Pinea*, fornece uma madeira em tudo semelhante à do pinheiro bravo, mas mais nodosa.

O pinheiro silvestre, *Pinus silvestris*, conhecido entre nós como pinho da Flandres e pinho de Riga, fornece uma madeira de resinosa, de cor pálida, de textura branda, leve, muito fácil de trabalhar e durável.

O pinho do norte e o pinho da América, conhecidos entre nós pelos nomes de casquinha e pitch pine respectivamente, são madeiras leves, elásticas e muito duráveis.

A cor avermelhada de muitas madeiras de pinho deve-se à resina que estas madeiras conservam no tronco depois de cortado, o que lhes confere maior dureza e uma resistência natural ao ataque de parasitas. No entanto, esta característica torna-as mais combustíveis ao fogo.

No entanto os seus inconvenientes são também conhecidos: a fácil combustão e a durabilidade, influenciada pela sua exposição às agressividades do clima ou pela acção nociva de insectos e outros agentes biológicos. O ar seco exerce sobre a madeira o efeito de dessecação. As fibras lenhosas conservam-se indefinidamente em contacto com o ar seco; pelo contrário, o ar húmido e confinado transforma a madeira numa espécie de húmus em consequência da sua lenta decomposição. Esta acção destruidora é auxiliada pela luz solar - em alternância de secura e

humidade, a madeira decompõe-se muito depressa, perdendo em pouco tempo a sua resistência

Regra geral a madeira empregue na construção deverá estar bem seca e isenta de seiva pois, caso contrário, isso vai resultar no empeno das peças e no seu apodrecimento que mais não é do que a sua lenta combustão, resultante da fermentação da seiva pela acção do ar e da humidade.

Uma característica das madeiras é que a sua densidade é muito variável, dependendo, para a mesma espécie, da idade, proveniência e quantidade de água contida. Outra das principais propriedades da madeira é ser muito higroscópica, ou seja, adsorve e deixa evaporar a água com bastante facilidade conforme as condições climáticas - esta variação da quantidade de água contida na madeira provoca alterações nas suas dimensões. A madeira aumenta de volume ao adsorver água e contrai-se ao secar. O melhor meio de evitar este fenómeno é proteger a superfície exterior da madeira por meio de pintura ou envernizamento [80].



Fig. 53 - Apodrecimento e degradação da madeira [35]

As anomalias da madeira na caixilharia em estudo resultam fundamentalmente da degradação da pintura - o descasque e fissuração da pintura da caixilharia e dos aros do contorno permite que a madeira fique exposta e apodreça, sendo normalmente a anomalia mais acentuada no exterior ao nível das travessas inferiores e peitoril/soleira (Fig. 53). Também os elementos mais esbeltos ou trabalhados (pinázios, batente central e travessa da bandeira) são particularmente susceptíveis à degradação e consequente apodrecimento. Importa referir que frequentemente se encontram próteses degradadas na sequência de intervenções já realizadas.

A sequência dos principais defeitos da madeira exposta – causa e efeito – poderá ser resumida da seguinte forma [27]:

- Radiação solar: retracção da madeira, madeira cinzenta - decomposição lenhina;
- Esforços internos: fendas longitudinais;
- Chuva: água nas fendas;

- Inchamento: aprofundamento das fendas;
- Fendas profundas: permanência da humidade;
- Permanência da humidade: desenvolvimento fungos/insectos;
- Acção de fungos/insectos: deterioração interna;
- Deterioração pronunciada: perda de resistência/ruína.

4.3.3 Vidro

Foi referido no segundo capítulo a forma como a fabricação do vidro determinou a configuração/proporção dos vãos e influenciou directamente a definição construtiva e funcionamento das caixilharias.

O vidro é um composto de sílica, potassa ou soda e cal ou óxido de chumbo, transformados por fusão numa substância inorgânica, que na sua forma ordinária é transparente, brilhante, dura e quebradiça, apenas atacável pelo diamante, que a risca, e pelo ácido fluorídrico [80].

Não é possível precisar a data do início da produção de vidro na Península Ibérica, mas sabe-se que no século XII, quando se forma a Nacionalidade, se conheciam técnicas para a sua produção. A falta de informação sobre o período correspondente aos 350 anos da Idade Média portuguesa levanta a hipótese da pouca importância que a indústria vidreira teve neste período. Porém, a partir da primeira metade do século XV, começam a multiplicar-se as notícias históricas acerca deste sector do artesanato e, no segundo quartel deste século, surgem os primeiros registos de produtores de vidro. Nesta época, o vidro era fabricado a partir da incineração de produtos naturais contendo carbonato de sódio (erva – maçaroca e erva – selvagem) [81].

Nas casas do Porto, a partir do século XVIII, o vidro vai lentamente substituindo as portas almofadadas e as rótulas com que os habitantes garantiam a sua privacidade.

Os vidros contemporâneos perderam as irregularidades próprias do fabrico mais artesanal. No entanto o seu desempenho relativo às diversas exigências enunciadas no capítulo 3 poderá ser controlado, permitindo uma tomada de decisão mais consciente tendo em conta a situação específica do edifício e vãos a reabilitar.

Tomemos como exemplo uma janela em que seria importante controlar o factor solar através da utilização de envidraçados com um índice de reflexão exterior elevado (próximo do chamado vidro "espelhado") – será que esta opção é aceitável em conjuntos de valor patrimonial, mesmo mantendo a caixilharia original?

Nas opções de conservação da caixilharia e atendendo à espessura do caixilho e pinázios - estaremos limitados à utilização de vidro simples e um sistema de aplicação tradicional – com pregos de arame ("tachas") e massa de vidraceiro (Fig. 19).

4.3.4 Betumes / Massas

Os betumes mais utilizados nas caixilharias das casas que estamos a tratar, durante as épocas definidas, são:

Massa de vidraceiro

A massa de vidraceiro é utilizada na colocação dos vidros em caixilhos de madeira ou de ferro (lanternins das clarabóias), sendo também usada pelo pintor para betumar as superfícies das madeiras, tapar fendas e outras irregularidades, a fim de as preparar para receberem pintura de acabamento. Esta massa obtém-se misturando *cré* ou *branco de Hespanha* com óleo de linhaça.

À semelhança da madeira, a degradação da pintura que habitualmente protege esta massa conduz à fissuração e destacamento do material permitindo a exposição ao sol e à chuva das várias peças que compõe os caixilhos (Fig. 54).

Betume de marceneiro

O betume de marceneiro, também usado pelos pintores antes de aplicar a pintura, é destinado a cobrir as fendas da madeira depois de trabalhada.

Este betume é feito com alvaiade ou *cré*, ocre e óleo de linhaça. Muitas vezes junta-se um pouco de areia fina ou tijolo moído.

Quando a pintura é a cola, usa-se, com o mesmo fim, uma mistura de cola com gesso de pintor amassado.

Uma vez que em muitos casos os lancis de granito dos vãos se encontram degradados e com destacamentos de material que irão afectar a vedação periférica na interface madeira/granito, assinala-se ainda o betume de canteiro utilizado para encher as falhas das pedras de cantaria e para unir lascas de maiores dimensões. Este betume é feito derretendo e misturando cera com pez e pó de pedra, até atingir a consistência de massa para receber reboco. Para se obter uma massa mais rica, junta-se à anterior mistura sebo e *fezes de ouro* (escória de ouro) [80].

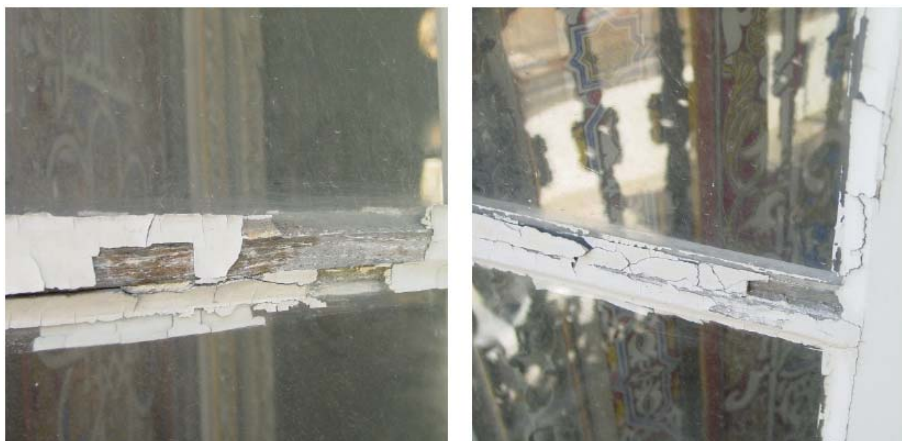


Fig. 54 - Destacamento da massa de ligação dos vidros e madeira exposta [35]

4.3.5 Tintas e Pinturas

O processo utilizado para pintar as caixilharias no período de estudo era a pintura com tinta de óleo, feita em geral com óleo de linhaça, aguarrás, secantes, pigmento e alvaiade.

A tinta de óleo tem aplicação na madeira ou no ferro, tanto no exterior como no interior, sendo fundamental como meio de conservação da madeira e do ferro [2].

Uma tinta deve satisfazer as seguintes condições: ter intensidade luminosa, ser fixa, cobrir bem os materiais sobre os quais se aplica, diluir-se bem, ser insolúvel na água e não se decompor em presença de outras tintas ou dos líquidos com que se mistura [80].

Conforme já foi referido quando a caixilharia não se encontra devidamente protegida com um esquema de pintura estanque, ou quando essa protecção se tenha deteriorado por ausência de conservação periódica poderá causar quer inchamentos/empenos responsáveis por deficiências no funcionamento e vedação das janelas (Fig. 55), quer mesmo o apodrecimento do material se a madeira não for devidamente preservada contra o ataque de fungos e insectos. Os riscos para o edifício são evidentes prolongando-se as infiltrações de água das chuvas para as paredes e pavimentos, incluindo a respectiva estrutura e revestimento de piso e tectos.



Fig. 55 - Descasque da pintura – madeira exposta [35]

4.3.6 Ferragens

As ferragens são um componente essencial no funcionamento da caixilharia. A produção industrial e a standardização dos elementos construtivos que se processou no séc. XIX seguramente determinaram a rápida evolução destes acessórios, permitindo revolucionar o funcionamento das caixilharias e consequentemente o seu desenho e a sua proporção.

Recorde-se que as caixilharias de guilhotina do séc. XVIII praticamente não tinham ferragens. A sua construção era significativamente mais simples e os próprios problemas da estanquidade à água e ao ar estariam mais facilmente resolvidos que numa solução de batente e dobradiças.

A “nova” janela de duas folhas e batente, com mais ferragens (dobradiças e fecho central), com panos de vidro de dimensão muito superior e em muitos casos incorporando motivos decorativos, tornava-se obviamente muito menos económica que as janelas de guilhotina e por isso ainda se encontram situações na cidade onde a hierarquia das janelas é visível – a Fig. 56

registra um caso em que, no mesmo edifício, as janelas à face da Rua de Passos Manuel são de duas folhas, bandeira e batente e as janelas à pequena rua transversal (Beco de Passos Manuel) são de guilhotina.

As anomalias mais frequentes resultam da degradação natural destes elementos metálicos deixando de funcionar e provocando o seu destacamento/rotura (Fig. 57).



Fig. 56 - A hierarquização da caixilharia de acordo com o arruamento;

Fig. 57 - Desprendimento de ferragens [35]

4.3.7 Interface caixilharia/fachada

Na caixilharia tradicional não existia qualquer elemento de vedação complementar na ligação entre os elementos do perímetro da caixilharia (soleira e mata-juntas em madeira) e o aro de gola (abertura do vão na fachada em granito). Só mais recentemente, já durante o séc. XX, começou a ser aplicado um produto de base asfáltico sob as soleiras de madeira.

Este dado é absolutamente revelador da eficácia do elemento construtivo original, não necessitando de recorrer a vedações complementares para obter um bom comportamento no que respeita à estanquidade ao ar e à água.

“O que foi feito correctamente no passado – esquecido presentemente – e deverá ser incorporado no futuro?”. A questão é levantada por Harry Hardman [33] propósito da forma de aplicar e instalar caixilharias nos nossos dias, e da crença generalizada entre instaladores que o silicone ou mastique irá resolver qualquer problema de vedação.

Importa referir que nas opções de conservação o mata-juntas e a soleira são determinantes na estanquidade da caixilharia, pelo que se deverá garantir uma perfeita aderência/colmatação entre estes elementos e os lancis de granito. No caso concreto da soleira note-se que, para além da sua saliência relativamente ao plano da fachada, esta peça de madeira ‘morde’ o lancil, evitando escorrência sob a própria soleira.

CAPÍTULO 5, DO RESTAURO À SELECÇÃO EXIGENCIAL DE UMA NOVA CAIXILHARIA: ESTRATÉGIAS DE INTERVENÇÃO

5.1| Considerações Gerais

No presente capítulo procurou-se caracterizar seis estratégias de intervenção. Estas estratégias estão divididas em dois grupos de intervenção compostos por:

- três estratégias de conservação da caixilharia existente;
- três estratégias de substituição da caixilharia existente.

Nas opções de conservação e dependendo do estado da caixilharia existente poder-se-ão distinguir dois níveis de profundidade de intervenção (directamente relacionados com o próprio estado de conservação):

- trabalhos de conservação/restauro implicando manutenção corrente ou reparação ligeira;
- trabalhos de conservação/restauro implicando substituição pontual de material.

Convirá neste momento voltar a recordar a importância do Estudo Diagnóstico na definição das estratégias - só uma correcta interpretação dos dados recolhidos permitirá uma decisão que conduza a uma operação de reabilitação responsável, consciente dos seus efeitos e com uma ponderação equilibrada entre as já referidas exigências funcionais e culturais.

Nota: Para qualquer das opções chama-se a atenção para a necessidade de cuidar das questões de ventilação dos compartimentos, já que a vedação perfeita das janelas impedirá a ventilação natural que tradicionalmente se processa através das folgas e outras imperfeições da caixilharia. Uma melhoria substancial do comportamento higrotérmico da caixilharia poderá igualmente causar outras anomalias, como, por exemplo, a formação de humidade de condensação nas paredes desse compartimento, se não for introduzido qualquer isolamento térmico nas alvenarias em contacto com o exterior.

5.2| Restaurar a caixilharia existente utilizando técnicas e materiais tradicionais

5.2.1 Caracterização geral da operação

Sempre que existam caixilharias da origem do edifício e trabalhos de marcenaria de valor, seria conveniente ponderar todas as hipóteses de restauro ou reabilitação antes de se passar à sua substituição (Fig. 58 e Fig. 59).

A operação mais conservadora será a utilização de técnicas e materiais tradicionais, mas provavelmente enfrentará dificuldades de ordem económica e técnica, pois cada vez se torna mais difícil encontrar carpinteiros/marceneiros capazes. Também existe o risco de um desempenho distante dos parâmetros de conforto contemporâneos, sendo esta opção, mais facilmente justificável para edifícios de valor histórico/monumental.

5.2.2 Especificação da solução

Qualquer estratégia de conservação encontrará pelo menos dois níveis de profundidade de intervenção:

- a manutenção corrente ou reparação ligeira;
- a substituição pontual de peças degradadas.

As técnicas de aplicação dos materiais tradicionais obrigam a recorrer a artífices com experiência ou qualificação (o que se revela cada vez mais difícil).

No Capítulo 4 foi feita referência aos materiais/componentes tradicionalmente utilizados nestas caixilharias. Por este motivo as técnicas e formas de aplicação destes materiais devem ser objecto de um Mapa de Trabalhos específico.

5.2.3 Avaliação do desempenho

Não é possível avaliar/quantificar o desempenho desta solução de restauro.

Das seis estratégias descritas esta poderá revelar ter o pior comportamento ao nível das exigências funcionais, mas também em muitos casos dará a melhor resposta às exigências de enquadramento arquitectónico e histórico.



Fig. 58 - A janela de batente com duas folhas e bandeira superior. Pormenores de uma travessa de bandeira e de um batente.



Fig. 59 - A janela de batente com duas folhas e bandeira superior. Pormenores de bandeiras exigindo trabalho de marcenaria cuidado.

5.3| Conservar a caixilharia existente através de técnicas e materiais contemporâneos

5.3.1 Caracterização geral da operação

Para o edificado objecto de estudo este parece-nos um dos caminhos mais acertados quando existam caixilharias originais passíveis de ser recuperadas.

Utilizando materiais e técnicas contemporâneas podemos melhorar o desempenho praticamente sem alterar a imagem original, nomeadamente através de:

- introdução de vedantes de borracha em pontos críticos (Fig. 60);
- reforço de encaixes ou realização de próteses ;
- utilização de vidros com melhor desempenho;
- adaptação ou substituição de ferragens (dobradiças, fechos, etc.);
- aplicação de tintas, massas e mastiques com melhor desempenho e durabilidade (Fig. 61).

Garante-se com esta solução uma maior economia face à solução anterior, uma vez que se utilizam técnicas correntes mais acessíveis aos construtores e gastando menos tempo de mão-de-obra. À semelhança da opção anterior continua-se desta forma a garantir o respeito histórico/arquitectónico e a própria integração urbana com melhorias de desempenho.

5.3.2 Especificação da solução

Tal como na estratégia anterior mantêm-se nesta solução os dois níveis de intervenção dependentes do estado de conservação da caixilharia preexistente:

- trabalhos de conservação/restauro implicando manutenção corrente ou reparação ligeira;
- trabalhos de conservação/restauro implicando substituição pontual de material.

A sequência de trabalhos a levar a cabo poderá ser sintetizada da seguinte forma:

- Remoção parcial dos componentes da caixilharia;
- Substituição das peças de madeira degradadas (se aplicável);
- Limpeza da madeira e aplicação de tratamento de preservação;
- Aplicação de nova pintura;
- Tratamento das juntas de ligação com o contorno;
- Verificação do funcionamento da caixilharia;
- Tratamento dos painéis de vidro;
- Tratamento dos acessórios e dos elementos metálicos de fixação associados às caixilharias (e/ou aplicação de novos elementos).

5.3.3 Avaliação do desempenho

Do mesmo modo que na estratégia anterior não é possível avaliar o desempenho desta solução de conservação.

Trata-se no entanto de um caminho que melhora o desempenho e a durabilidade da janela face à opção de restauro com materiais tradicionais, sendo praticamente imperceptível a diferença em relação aos resultados finais.

Se os espaços em causa não possuírem grandes exigências de conforto (principalmente ao nível acústico e térmico), esta poderá ser uma excelente solução de reabilitação das caixilharias destes edifícios.

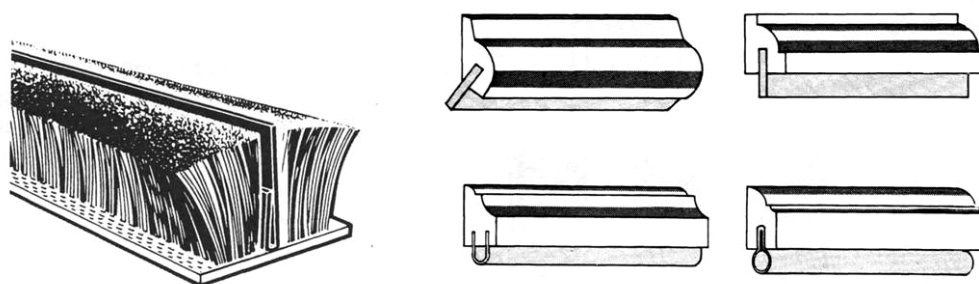


Fig. 60 - Vedantes. Pelúcia, feltro e borracha [60].

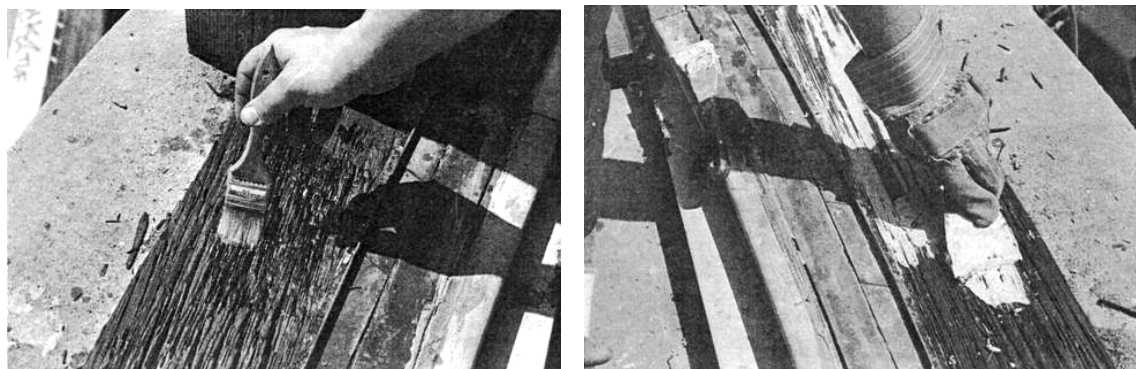


Fig. 61 - Reparação de caixilharia deteriorada com técnicas e materiais contemporâneos [60].

5.4| Conservar a caixilharia existente e introduzir uma segunda caixilharia interior

5.4.1 Caracterização geral da operação

Quando existe a possibilidade física de introduzir uma segunda caixilharia pelo interior, esta solução poderá revelar-se como a que globalmente melhor corresponde às exigências de desempenho e necessidades de conservação arquitectónica da preexistência. Esta segunda caixilharia poderá ser classificada (selecção exigencial de um sistema de mercado) ou desenhada especificamente para o local se as condicionantes físicas ou as exigências de integração arquitectónica o obrigarem.

5.4.2 Especificação da solução e exemplos de intervenção

O exemplo apresentado refere-se a um edifício do século XIX inserido num conjunto edificado do mesmo período e com a caixilharia de madeira existente em razoável estado de conservação. Estas condições apontavam para a conservação da caixilharia. No entanto o edifício era voltado a uma rua de tráfego intenso onde era importante o isolamento acústico por se tratar de uma habitação.

Optou-se neste caso por introduzir uma segunda caixilharia interior em ferro (Fig. 62 a Fig. 64). Esta decisão justifica-se fundamentalmente por razões de enquadramento arquitectónico e relação com a preexistência - a expressão reduzida do perfil metálico neutraliza os novos caixilhos e simultaneamente distancia os tempos de intervenção.

Atente-se igualmente na forma como foi resolvido, através do desenho de pormenor desta caixilharia, o remate correspondente à introdução do isolamento térmico pelo interior das alvenarias contíguas ao vão: um taco de madeira com a espessura deste isolamento é coberto pelo pré-aro da nova caixilharia.

Confirma-se uma vez mais a necessidade de analisar caso a caso as situações existentes para conscientemente definir a solução que melhor responda às necessidades específicas.

5.4.3 Avaliação do desempenho

Se por um lado, à semelhança das estratégias anteriores, não é possível quantificar o desempenho da janela existente conservada, por outro, se a nova caixilharia introduzida for classificada, poderemos ter uma base para avaliar o desempenho de conjunto.

No exemplo apresentado, sendo a nova caixilharia interior desenhada especificamente para o local, torna-se difícil proceder a ensaios o que também não permite uma quantificação do seu comportamento.

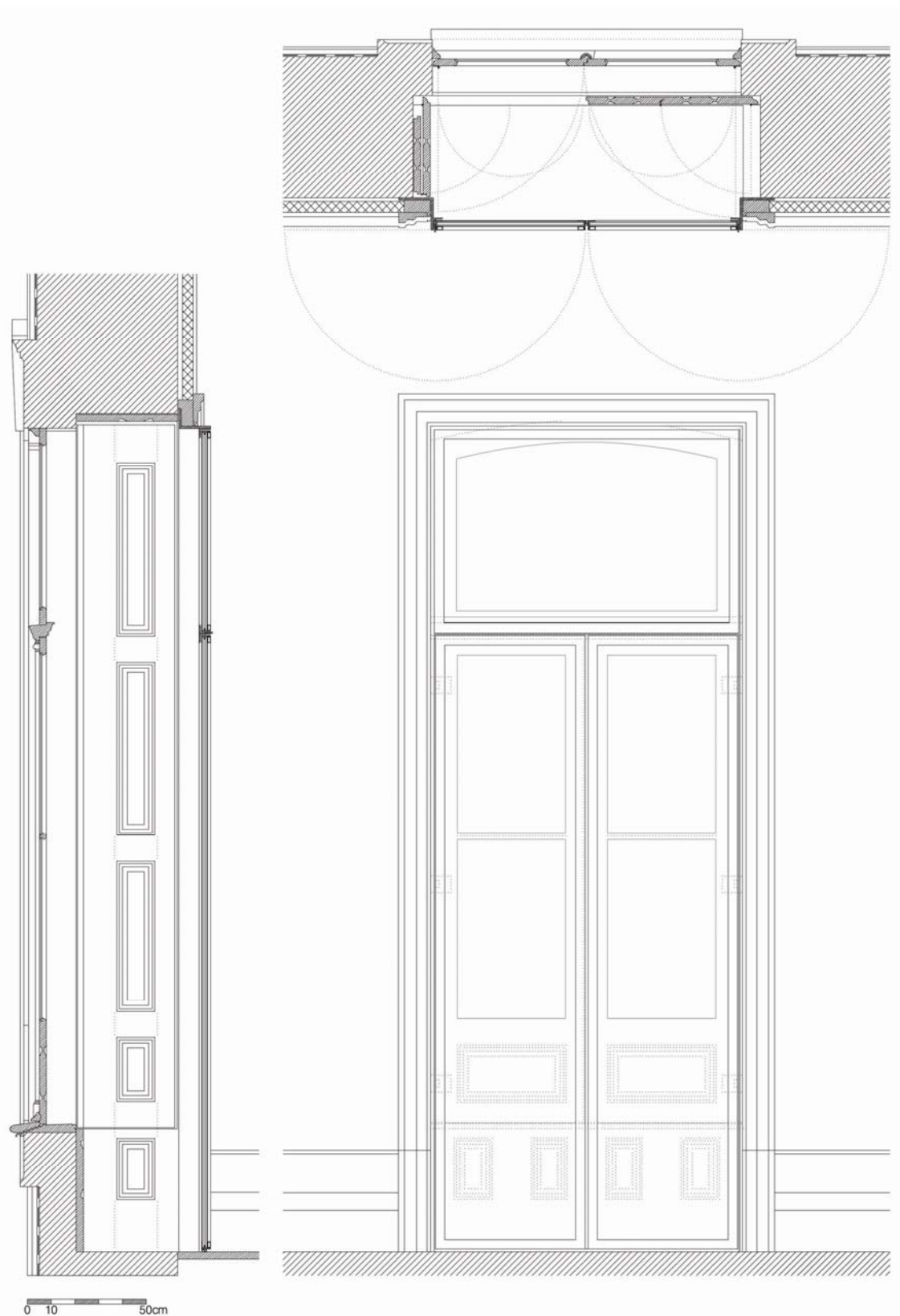


Fig. 62 - Conservação da caixilharia existente e introdução de uma segunda caixilharia interior - corte vertical, corte horizontal e alçado interior.

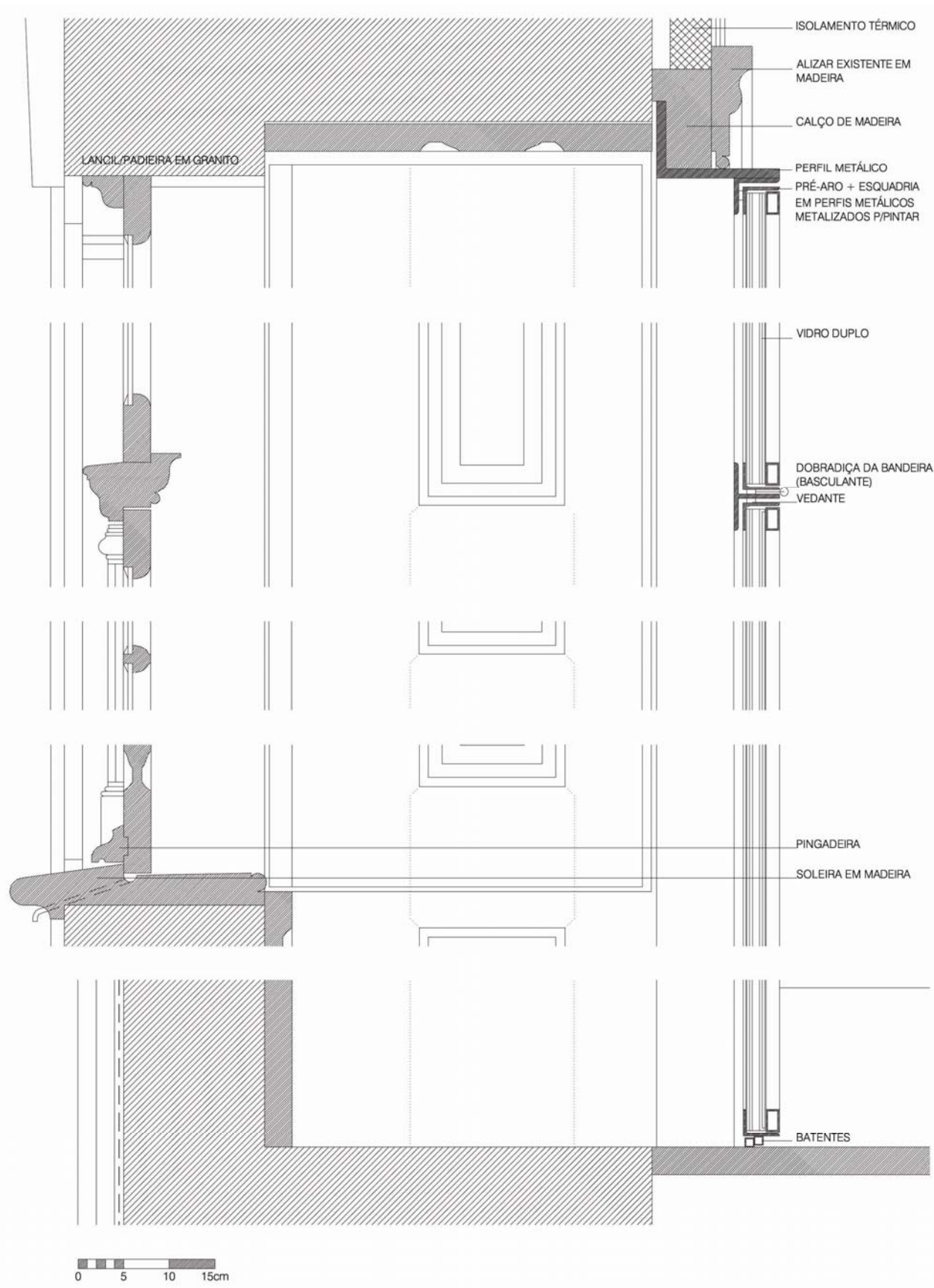


Fig. 63 - Conservação da caixilharia existente e introdução de uma segunda caixilharia interior - pormenor do corte vertical.

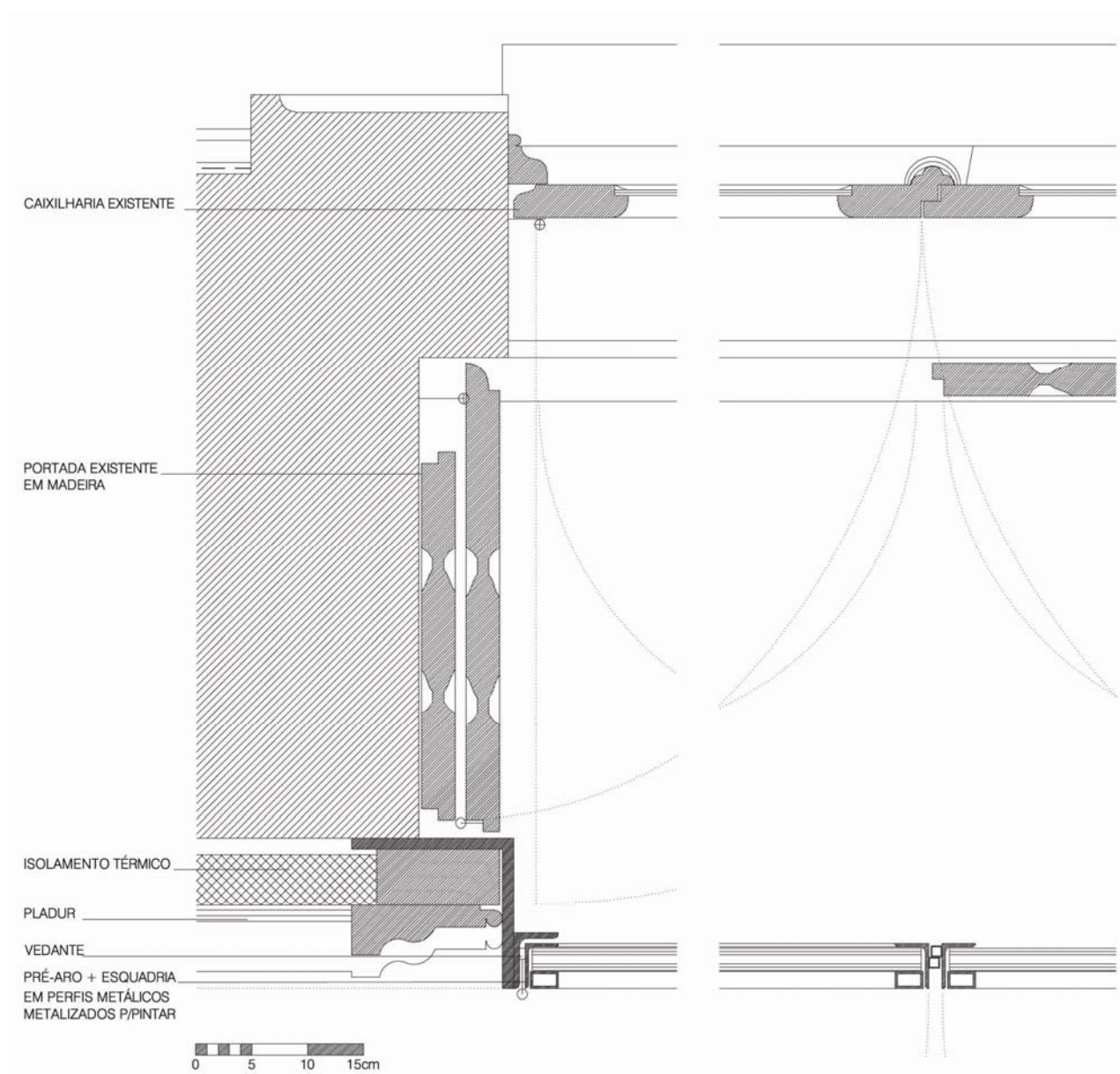


Fig. 64 - Conservação da caixilharia existente e introdução de uma segunda caixilharia interior - pormenor do corte horizontal.

5.5| Substituir a caixilharia existente por uma nova caixilharia reproduzindo ou (re)interpretando o desenho original

5.5.1 Caracterização geral da operação

Poderemos dividir esta estratégia em duas opções:

- a reprodução integral da caixilharia existente;
- a (re)interpretação da caixilharia existente.

A (re)interpretação poderá fazer sentido face à reprodução quando existe o objectivo de melhorar o desempenho da caixilharia original. Um exemplo desta opção será a substituição de vidro simples por vidro duplo – que obriga a uma maior espessura da caixilharia e à substituição da massa de vidraceiro por bites para fixação dos vidros.

No entanto a questão da reprodução/(re)interpretação é um tema difícil de abordar, tanto em termos teóricos como técnicos. A suposta “reprodução do desenho original” poderá conduzir a enormes equívocos de resultado desastroso quando se intervém em conjuntos edificados com valor patrimonial.

Porém esta solução poderá ser a única possível quando, por exemplo, estamos perante uma fachada bastante exposta ao sol/chuva/ruído, não existe possibilidade de introduzir uma segunda caixilharia interior e pelas características da envolvente ou do próprio edifício somos obrigados a aproximarmo-nos, tanto quanto possível, da solução original.

Neste caso é indispensável um conhecimento profundo dos elementos que constituem a janela tradicional para se intervir sem alterar a essência dessa caixilharia (Fig. 69). Caso não exista este conhecimento ou elementos que permitam compreender como seriam as caixilharias, então a substituição por uma caixilharia com um novo desenho (formas e/ou materiais distantes da preexistência) poderá ser o caminho mais adequado.

5.5.2 Especificação da solução e exemplos de intervenção

O caso de estudo refere-se a uma habitação unifamiliar do séc. XIX muito próxima do mar, num arruamento perpendicular à marginal. Os ventos e chuvas fortes habitualmente sentidos impunham uma solução com boa estanquidade à água e ao ar. Tratava-se de um forte investimento na reabilitação do próprio edifício e por isso as expectativas de conforto térmico e acústico eram também elevados. Simultaneamente a casa estava inserida numa avenida histórica e num conjunto de edifícios antigos em que a edilidade recomendava a conservação dos materiais originais.

Depois de proceder ao levantamento exaustivo da caixilharia existente, confrontados com as profundas degradações/alterações dessa mesma caixilharia e atendendo ao nível de desempenho pretendido, decidiu-se proceder à sua adaptação (Fig. 65 e Fig. 66).

Importa neste caso referir a forma como foi ajustada a caixilharia à introdução de um pré-aro (com a função de batente periférico) e à aplicação de vidro duplo sem alterar os aspectos essenciais de geometria e proporção originais (Fig. 68 a Fig. 72). Através da elaboração de um protótipo foi possível definir a forma de inserir as vedações complementares, caminhos de

drenagem da água junto aos batentes, reforço dos encaixes, etc (Fig. 67). Todas estas operações foram definidas em conjunto com um carpinteiro experiente e com o apoio de publicações internacionais dedicadas à pormenorização de caixilharia de madeira [59].

Esta opção permitiu dar um sinal exterior da própria remodelação interior, sem oposição aos elementos mais expressivos da caixilharia tradicional: a proporção, a reduzida expressão/esbelteza das peças de madeira que compõem os caixilhos e as linhas de sombra criadas pela travessa de bandeira e batente central.

5.5.3 Avaliação do desempenho

Sendo uma caixilharia desenhada especificamente (de acordo com a preexistência) torna-se difícil quantificar o seu desempenho - ensaiar estas soluções de caixilharias para habitações correntes em edifícios com poucas fracções é praticamente inviável, principalmente por razões económicas e de disponibilidade de tempo.

No entanto será possível parametrizar em projecto o comportamento de alguns componentes utilizados, se estes forem classificados. Deste modo, para algumas das exigências como a transmissão térmica, o factor solar, a transmissão luminosa, a reacção ao fogo dos materiais e a redução acústica poder-se-á obter uma aproximação do desempenho do elemento construtivo através do comportamento dos seus componentes.



Fig. 65 - Caixilharia existente e nova caixilharia (re)interpretando o desenho original.



Fig. 66 - Caixilharia existente e nova caixilharia (re) interpretando o desenho original.



Fig. 67 - Protótipo da caixilharia.

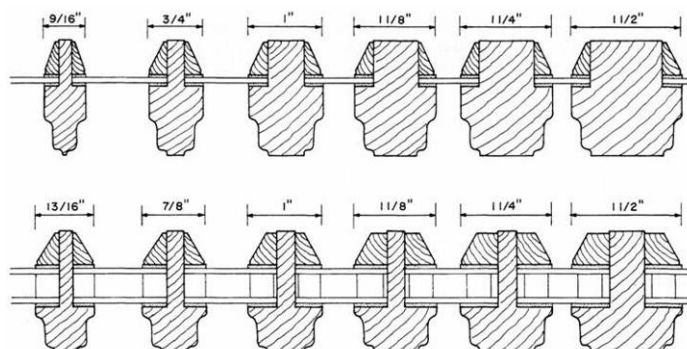


Fig. 68 – Propostas de adaptação de caixilho simples a caixilho duplo [60].

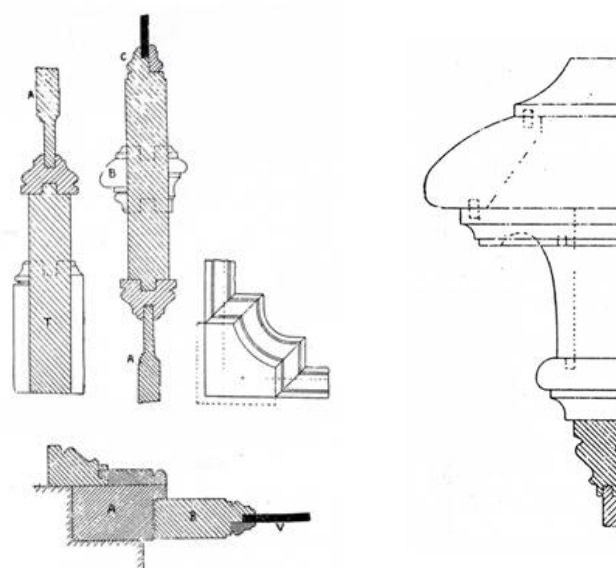


Fig. 69 - Corte pela travessa inferior e plinto, detalhe da almofada, detalhe de canto curvo, corte pelo aro e couceira. Pormenor da cimalha [79].

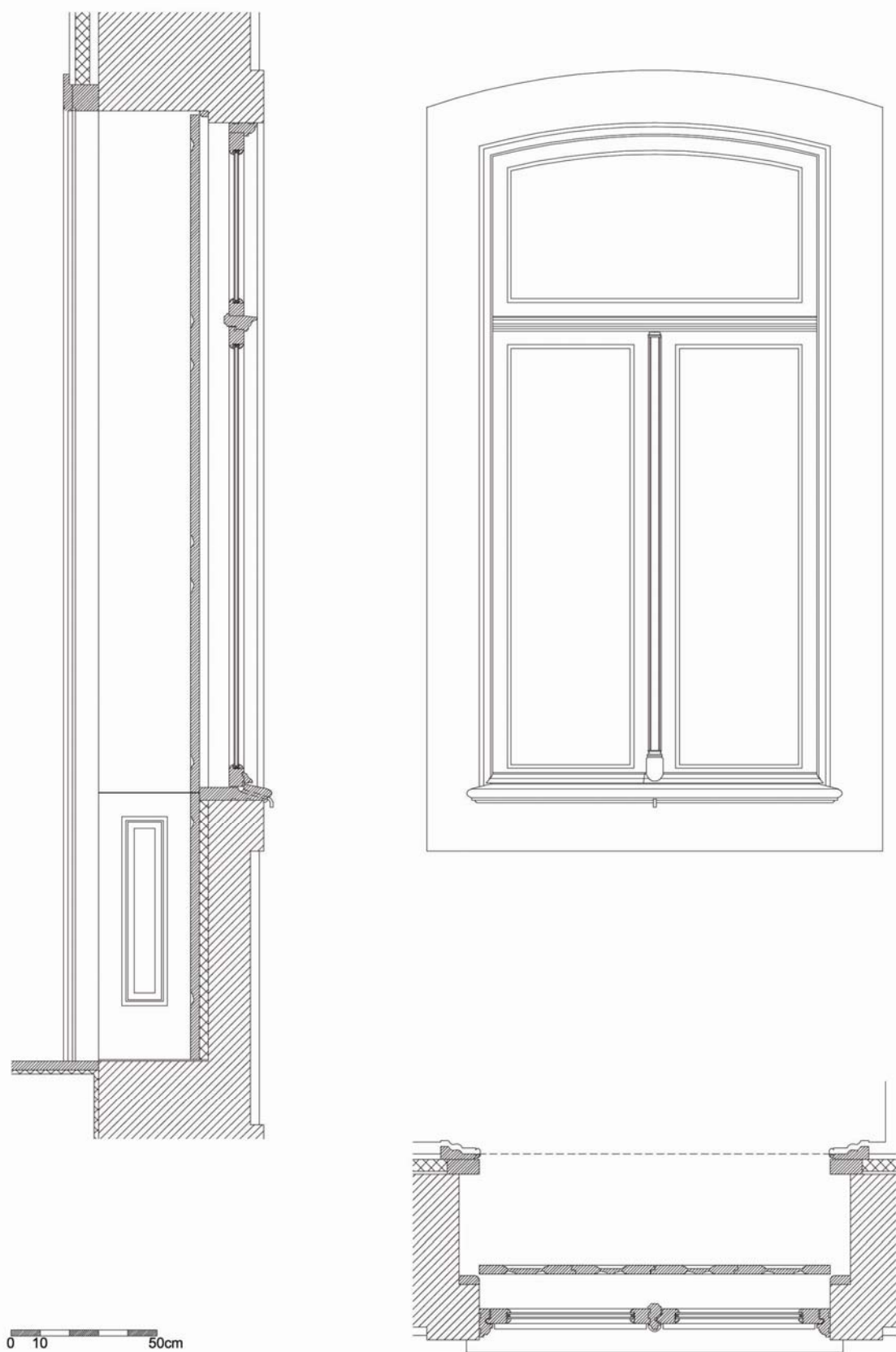


Fig. 70 - Substituição da caixilharia existente por uma nova caixilharia (re) interpretando o desenho original - corte vertical, corte horizontal e alçado exterior.

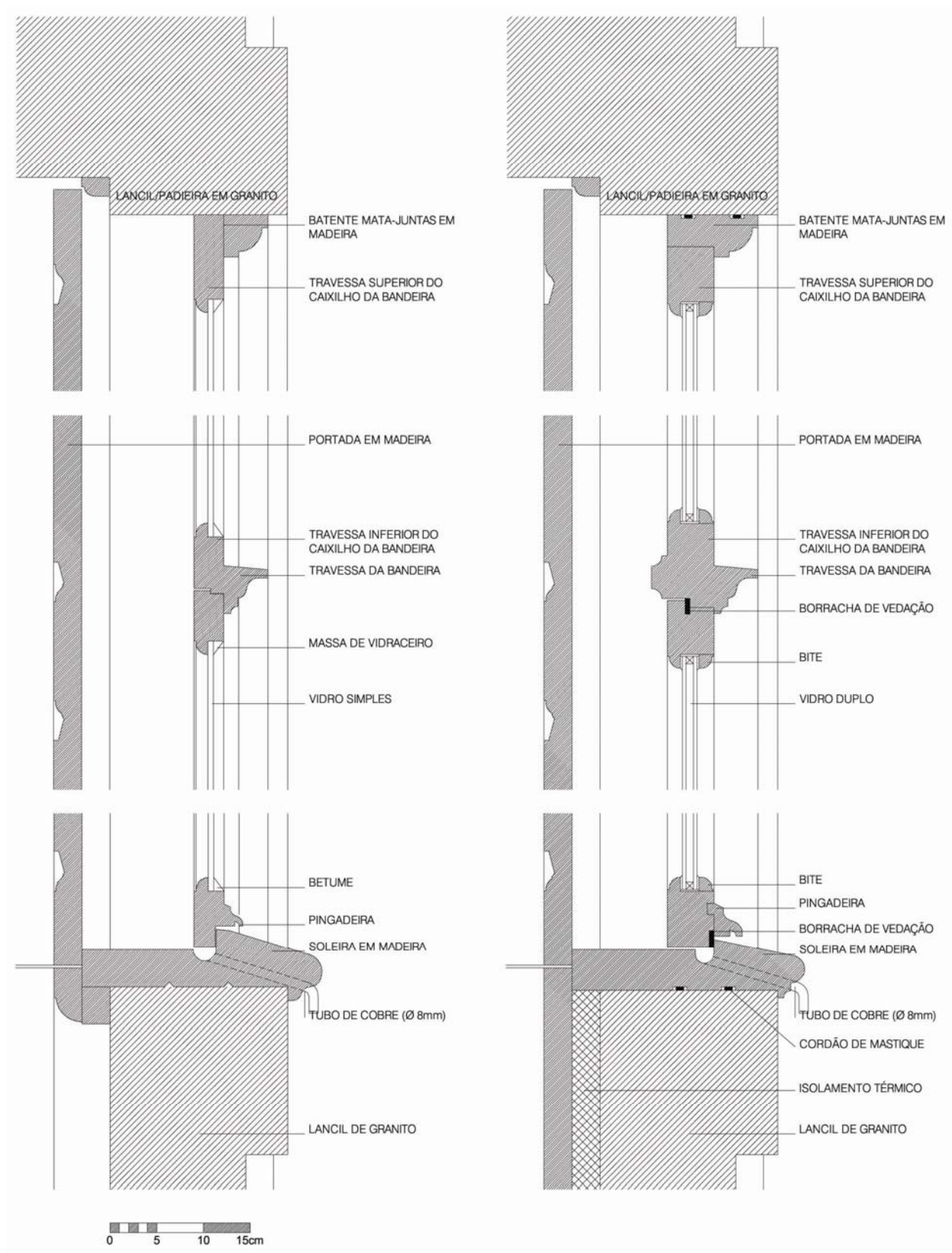


Fig. 71 - Substituição da caixilharia existente por uma nova caixilharia (re) interpretando o desenho original - pormenores dos cortes verticais da caixilharia existente e da caixilharia proposta.

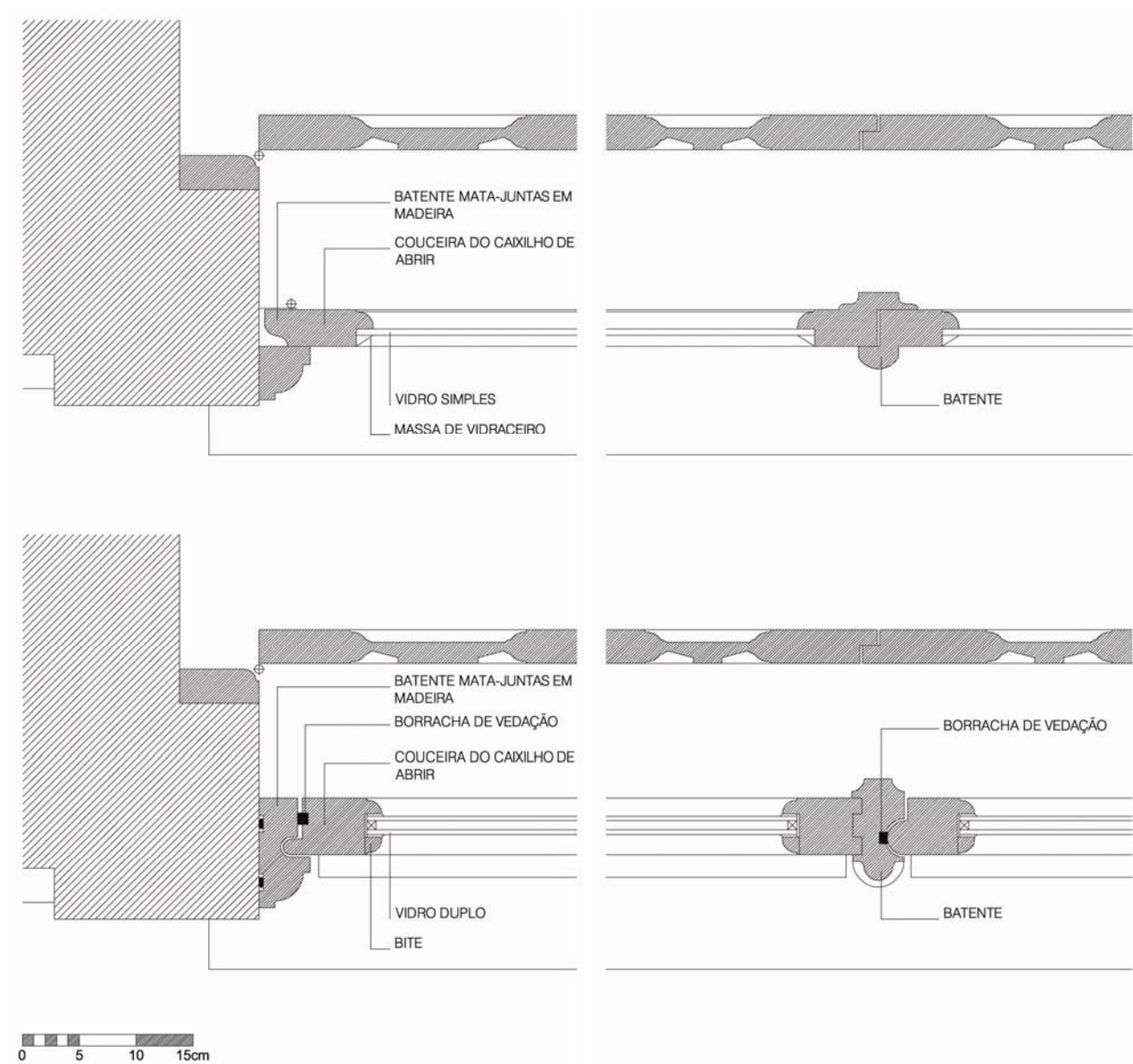


Fig. 72 - Substituição da caixilharia existente por uma nova caixilharia (re) interpretando o desenho original - pormenores dos cortes horizontais da caixilharia existente e da caixilharia proposta

5.6] Substituir a caixilharia existente por uma nova caixilharia com desenho de autor

5.6.1 Caracterização geral da operação

A “caixilharia com desenho de autor” refere-se à caixilharia pormenorizada pelo próprio projectista, sem a obrigatoriedade de repetir o desenho ou o material original/preexistente e sem seleccionar um sistema de caixilharia classificado.

Em muitos casos poderá ser a solução que melhor responde à intenção do projectista, pois (à semelhança das soluções tradicionais) ela será o corolário lógico dos processos de reabilitação do edifício, muitas vezes profundamente intervencionado (Fig. 73 e Fig. 74).

No entanto deve o autor estar perfeitamente ciente dos riscos que esta solução comporta, principalmente pela incerteza do comportamento da caixilharia (pois dificilmente poderá ser ensaiada). Poderão, neste caso, ser consultados os diversos documentos e normas nacionais/internacionais sobre o tema (bastante dispersos e por sintetizar) para apoio à pormenorização construtiva desta opção.

5.6.2 Especificação da solução e exemplos de intervenção

O exemplo apresentado refere-se a um edifício do séc. XX recentemente reabilitado na Rua Oliveira Monteiro pelo Arq.º José Gigante. Trata-se de um exemplo claro de transformação profunda do edifício preexistente situado numa zona de expansão da cidade e inserido num conjunto de edifícios bastante alterados. Também neste caso era importante resolver com o desenho de caixilharia a introdução de isolamento térmico pelo interior da fachada, o que permitiu simultaneamente ocultar a portada interior, (Fig. 74 a Fig. 76).

5.6.3 Avaliação do desempenho

Tal como a estratégia anterior, sendo uma caixilharia não-classificada (desenhada pelo projectista), torna-se difícil quantificar o seu desempenho. Como já foi referido, ensaiar estas soluções de caixilharias para habitações correntes em edifícios com poucas fracções torna-se praticamente inviável principalmente por razões económicas e de disponibilidade de tempo.

No entanto também será possível parametrizar em projecto o comportamento de alguns componentes utilizados, se estes forem classificados. Deste modo, para algumas das exigências como a transmissão térmica, o factor solar, a transmissão luminosa, a reacção ao fogo dos materiais e a redução acústica poder-se-á obter uma aproximação do desempenho do elemento construtivo através do comportamento dos seus componentes.



Fig. 73 - Substituição da caixilharia existente por uma nova caixilharia com desenho de autor [38] – enquadramento urbano e fachada.



Fig. 74 - Substituição da caixilharia existente por uma nova caixilharia com desenho de autor [38] – caixilharia pelo interior e pelo exterior.

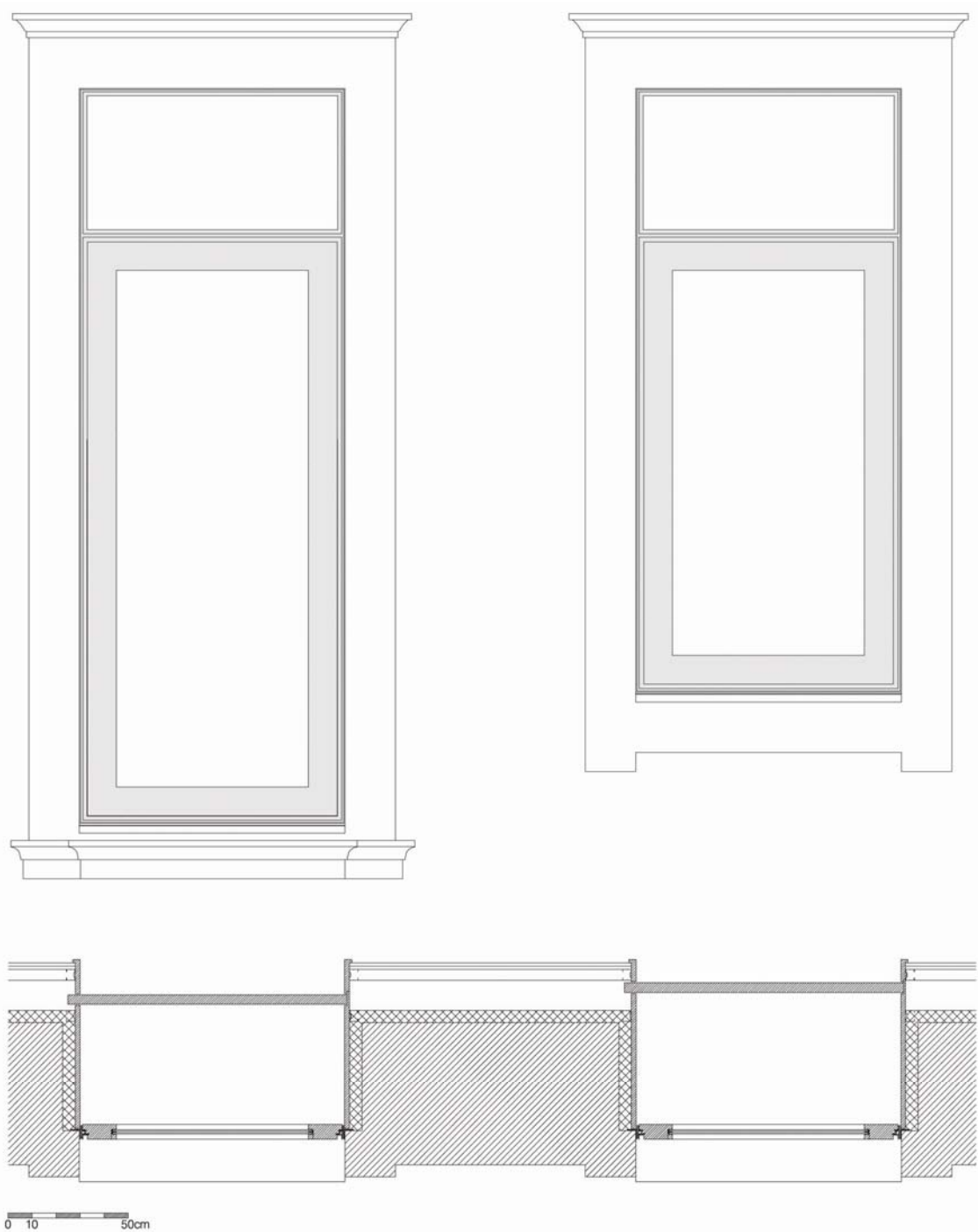


Fig. 75- Substituição da caixilharia existente por uma nova caixilharia com desenho de autor - alçado e corte horizontal das janelas de sacada e de peito.

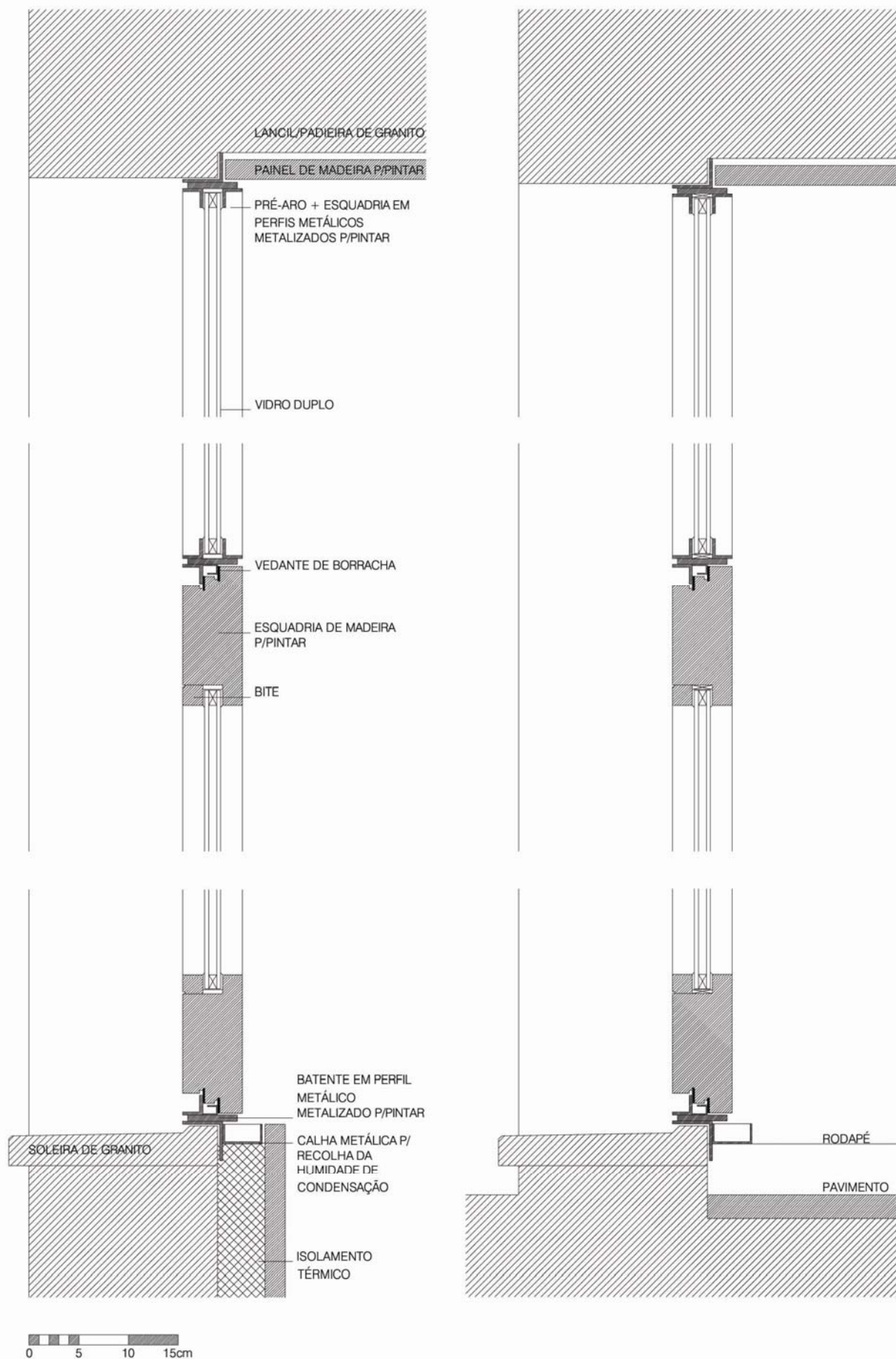


Fig. 76 - Substituição da caixilharia existente por uma nova caixilharia com desenho de autor - pormenor do corte vertical da janela de peito e pormenor do corte vertical da janela de sacada.

5.7] Substituir a caixilharia existente através da selecção exigencial de um sistema de mercado

5.7.1 Caracterização geral da operação

Todas as intervenções de substituição conferem ao projectista uma responsabilidade suplementar, confiando ao seu critério, conhecimento e mesmo cultura, uma solução que sendo alternativa à preexistente deverá por aparente oposição revelar-se uma solução integrada – ou não fosse o centro histórico um dos maiores catálogos de soluções construtivas e materiais distintos. Esta estratégia, concretamente, poderá em muitos casos ser a resposta mais adequada, quando, por exemplo, não exista qualquer dado da preexistência, quando as exigências do conforto são elevadas e/ou quando o projectista pretende também dar um sinal exterior claro da sua intervenção interior.

5.7.2 Especificação da solução e exemplos de intervenção

5.7.2.1 Caixilharia de Madeira

O exemplo apresentado documenta uma intervenção de reabilitação num edifício do início do século XX. O projectista, apesar de conservar o sistema construtivo e grande parte da compartimentação original, optou por subir o nível de conforto do edifício. Esta decisão não era compatível com a conservação da caixilharia original que se encontrava muito degradada (a geometria do perfil de madeira era muito reduzida e a madeira utilizada de fraca qualidade).

As fachadas eram compostas por um elevado número de vãos (Fig. 77), o que também influencia e determina o desempenho geral do edifício ao nível das exigências abordadas (térmica, acústica, estanquidade ar / água, etc.). A opção pela caixilharia de madeira classificada daria resposta ao desempenho expectável, conservando ao nível do material e acabamento (pintura) uma clara referência à caixilharia preexistente (Fig. 78 a Fig. 79).



Fig. 77 - Selecção exigencial de uma nova caixilharia de madeira (Arq.^a Susana Milão). Rua do Campo Lindo.

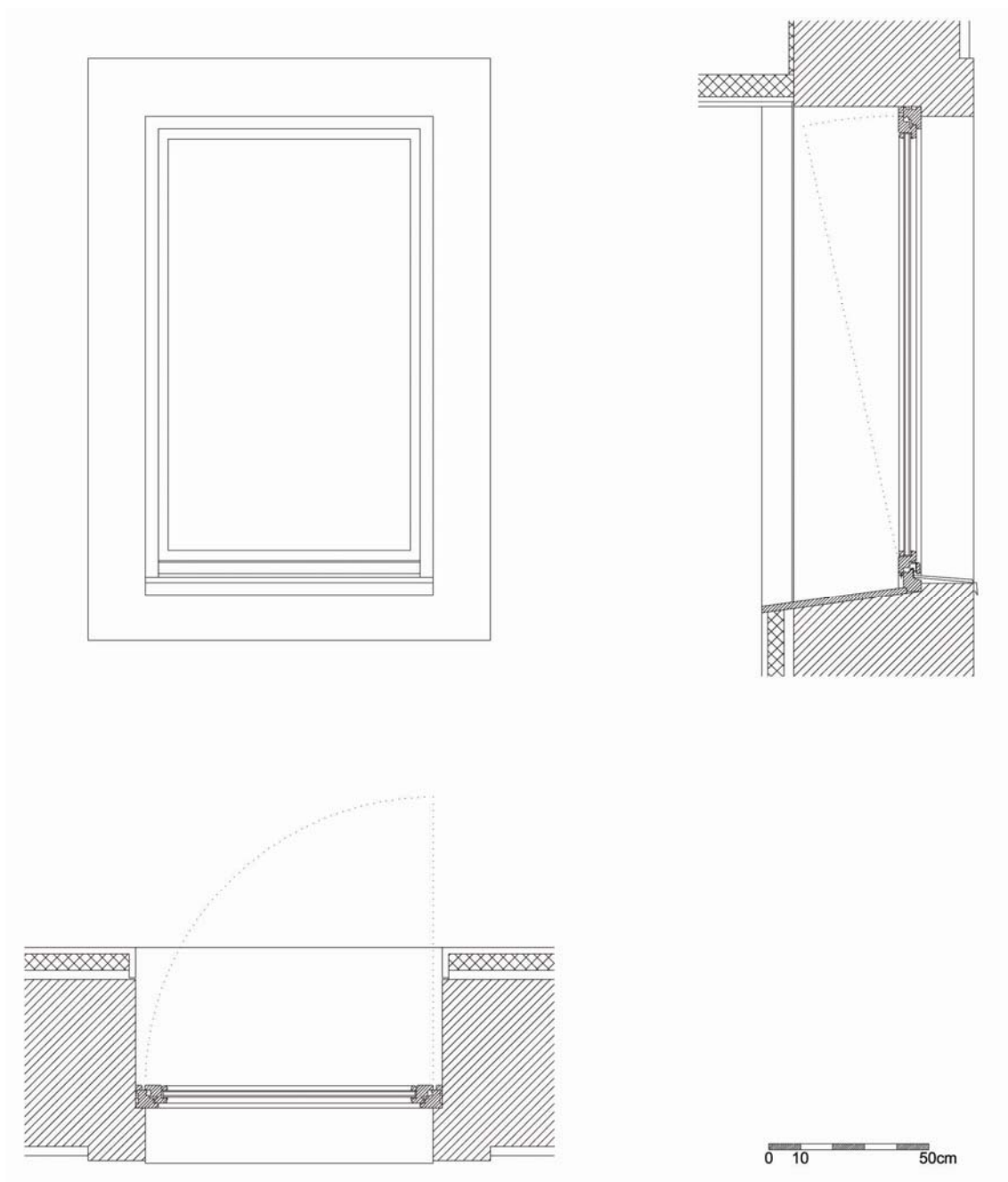


Fig. 78 - Selecção exigencial de uma nova caixilharia de madeira. Corte horizontal, corte vertical e alçado exterior.

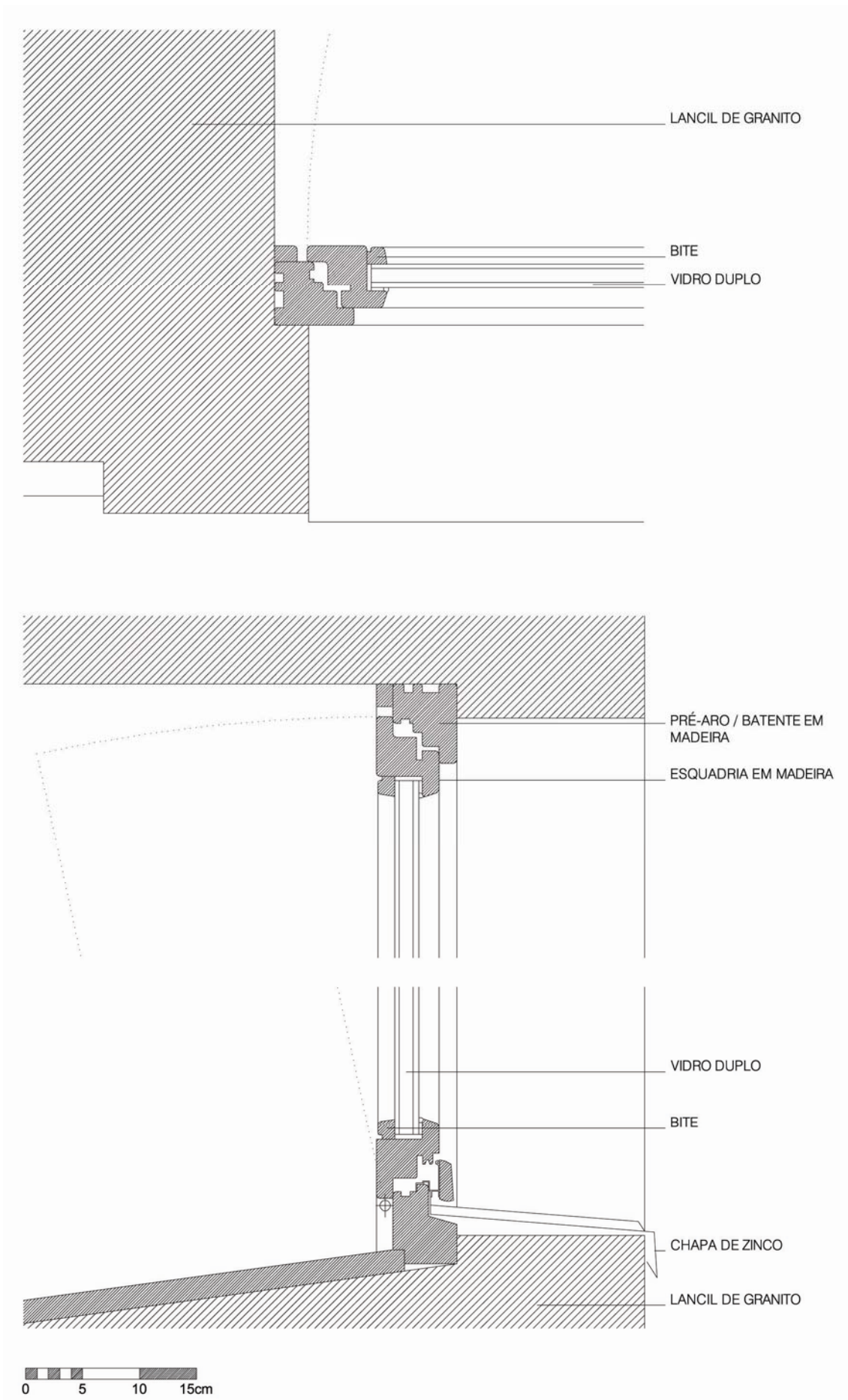


Fig. 79 - Selecção exigencial de uma nova caixilharia de madeira. Pormenor do corte horizontal e pormenor do corte vertical.

5.7.2.2 Caso de Estudo em PVC

O exemplo apresentado documenta uma intervenção num apartamento na Avenida da Boavista, profundamente remodelado.

Foi absolutamente determinante para a solução encontrada o facto de as fachadas confrontarem com uma via de tráfego muito intenso (e contínuo durante o dia e a noite). Por outro lado, o edifício ainda mantinha muitas caixilharias originais nos restantes apartamentos. As soluções de conservação da caixilharia não respondiam ao desempenho necessário e simultaneamente, devido às dimensões reduzidas do apartamento, não existia a possibilidade física de introduzir uma nova caixilharia interior. A opção por uma caixilharia classificada era inevitável, mas foi a caixilharia de PVC a que mais se aproximava da geometria da caixilharia de madeira original (a caixilharia de madeira classificada obriga a que os perfis tenham uma expressão muito forte). Na leitura de conjunto (que neste caso é a leitura mais relevante) tornou-se quase imperceptível a intervenção (Fig. 80 a Fig. 83), tendo sido fornecido ao próprio condomínio do edifício um modelo de intervenção que poderá ser adoptado pelos moradores quando confrontados com a necessidade de substituição.



Fig. 80 - Edifício de habitação colectiva do século XX na Avenida da Boavista.



Fig. 81 - Edifício de habitação colectiva do século XX na Avenida da Boavista. Caixilharia de madeira preexistente e nova caixilharia em PVC.

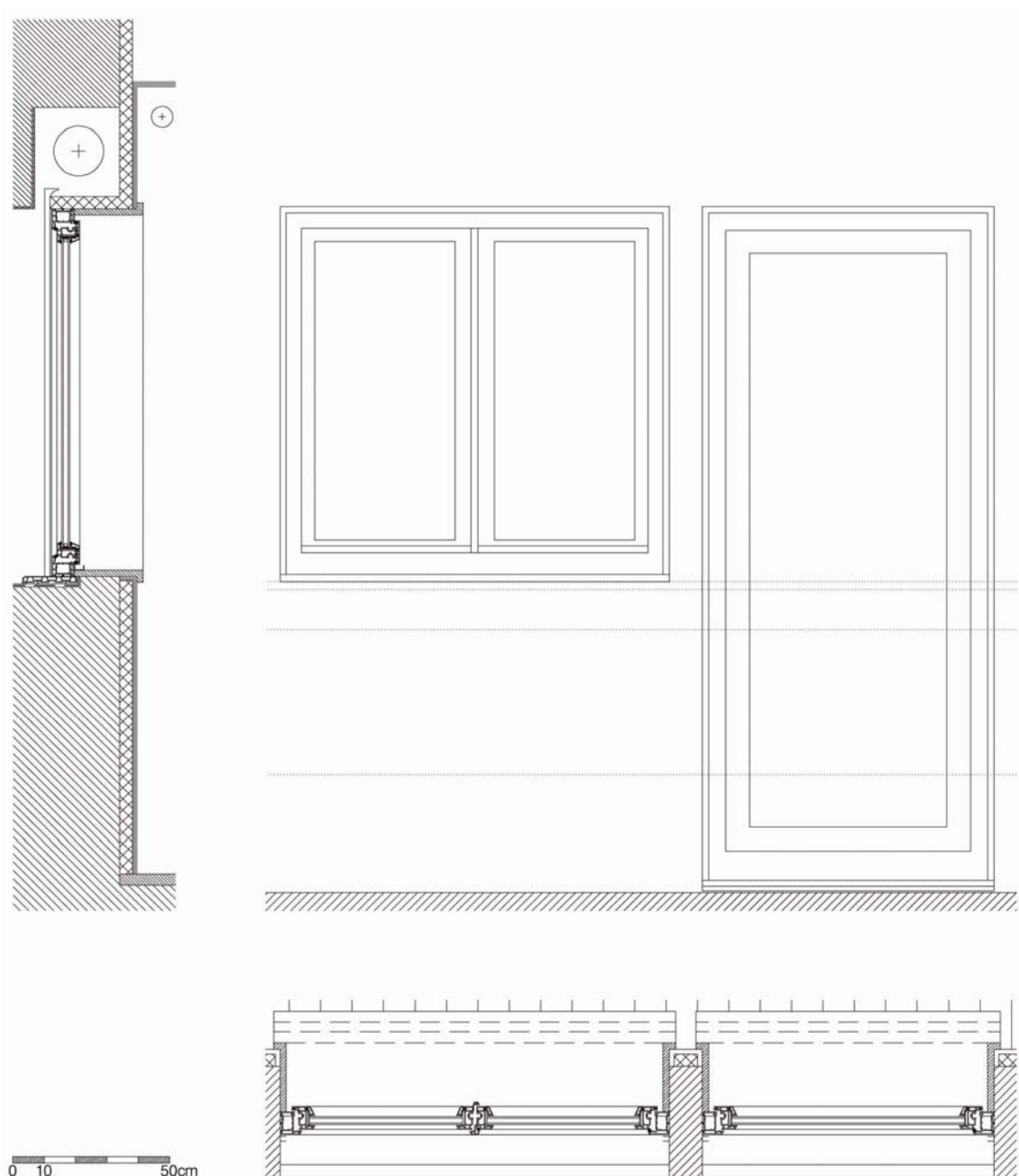


Fig. 82 - Substituição da caixilharia existente através da selecção exigencial de uma nova caixilharia - caso de estudo em PVC. Corte vertical, corte horizontal e alçado exterior.

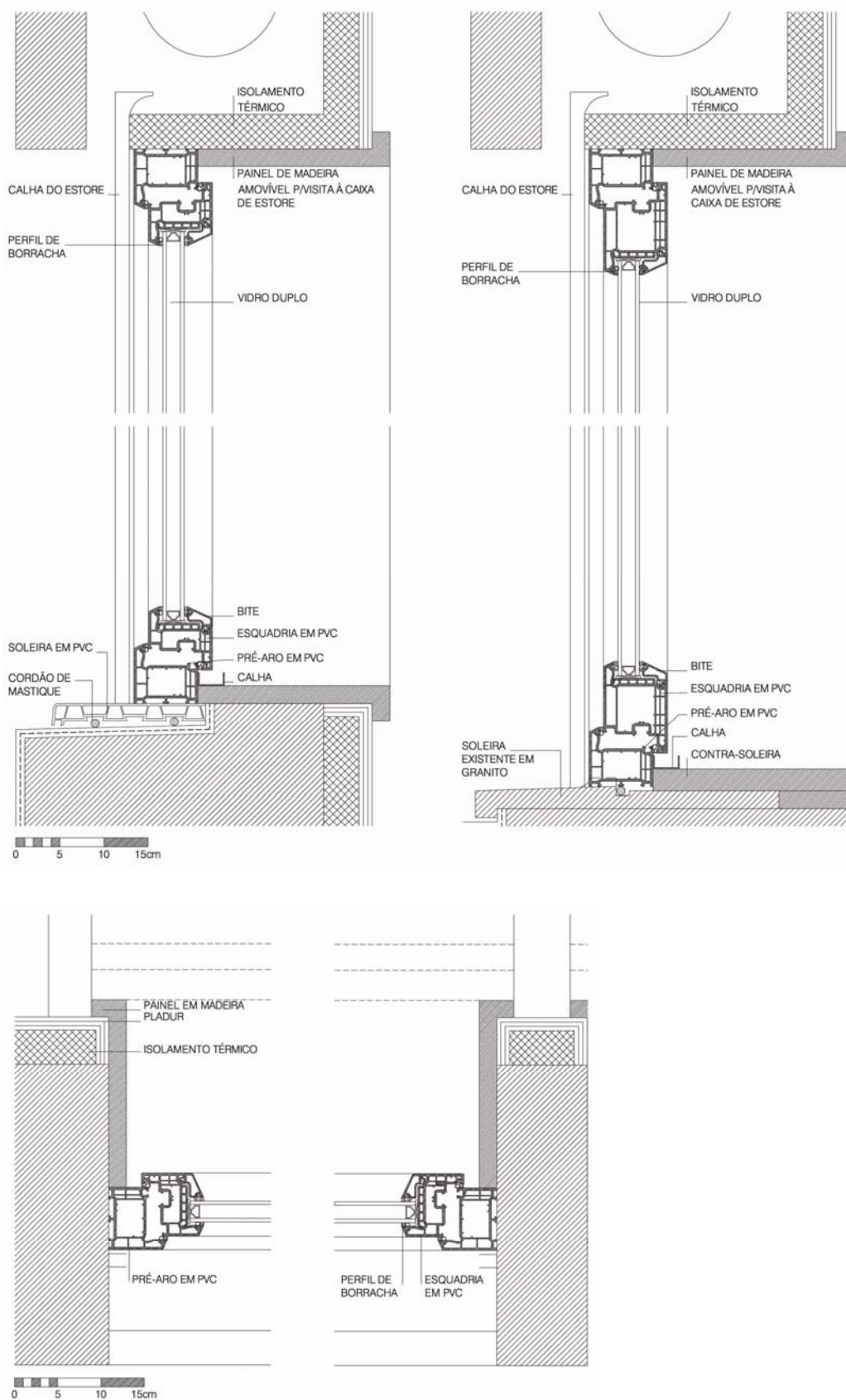


Fig. 83 - Substituição da caixilharia existente através da selecção exigencial de uma nova caixilharia - caso de estudo em PVC. Pormenor do corte vertical da janela, pormenor do corte vertical da porta e pormenor do corte horizontal da janela.

5.7.2.3 Caso de Estudo em Alumínio

O exemplo documentado refere-se à reabilitação de uma habitação unifamiliar do início do século XX em Francos. A caixilharia original de duas folhas e batente encontrava-se totalmente degradada pois, tratando-se inicialmente de uma habitação operária de apoio à antiga estação ferroviária, os materiais utilizados e o próprio detalhe construtivo seriam o mais económico possível. Na fachada voltada ao logradouro privado foi proposta uma caixilharia classificada de alumínio (série mono-carril) que corre sobre a superfície exterior da fachada e é fixada ao lancil de granito saliente que forma a padieira. Como se constata na Fig. 84 pelo interior da habitação praticamente não é perceptível a existência de caixilharia (o que amplia o espaço da sala e aumenta a sua luminosidade) e pelo exterior assume-se o processo de reabilitação levada a cabo através do novo elemento construtivo absolutamente distinto da linguagem preexistente – sinal da contemporaneidade da própria intervenção (Fig. 85 e Fig. 86).



Fig. 84 - Substituição da caixilharia existente através da selecção exigencial de uma nova caixilharia - caso de estudo em alumínio.

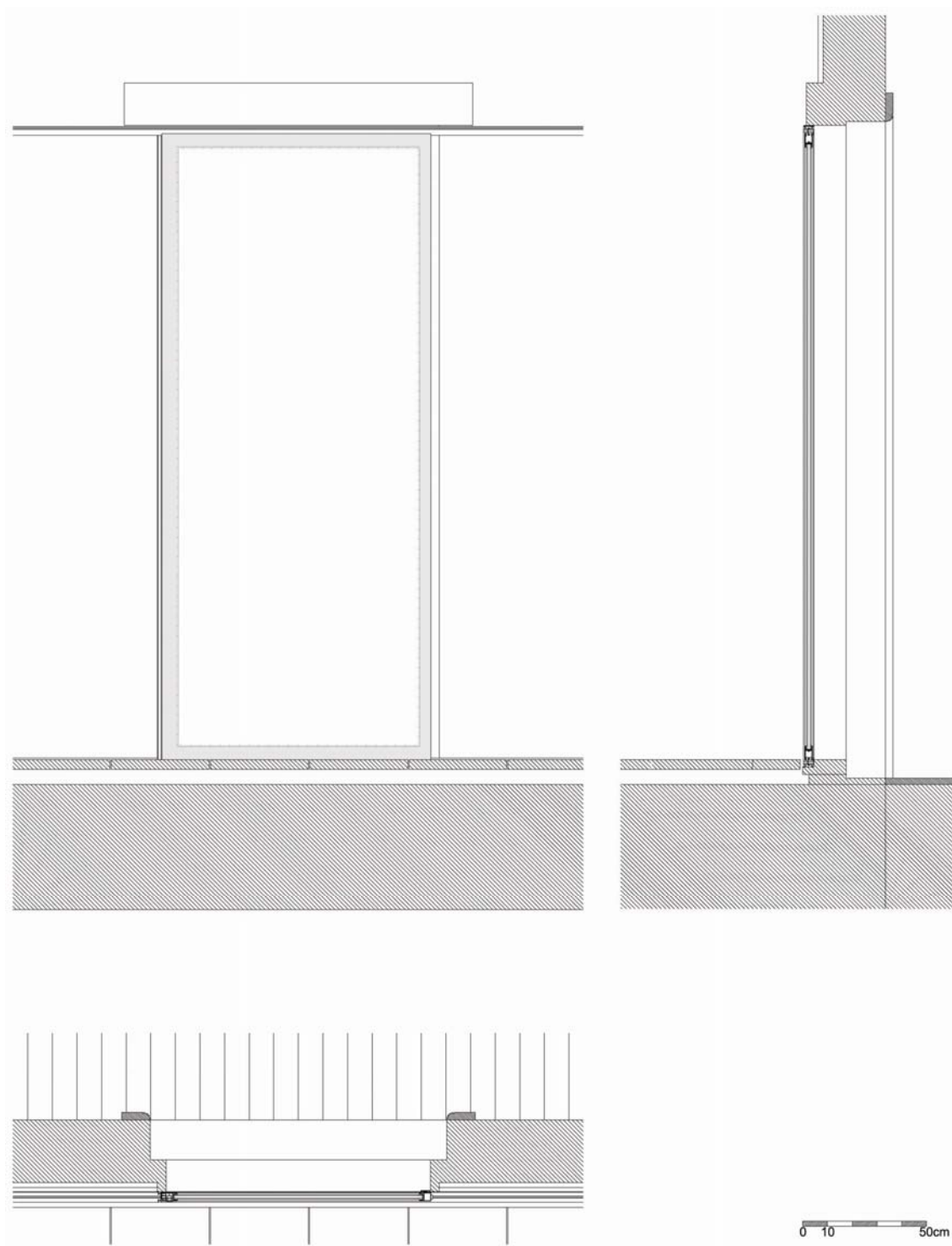


Fig. 85 - Substituição da caixilharia existente através da selecção exigencial de uma nova caixilharia - caso de estudo em alumínio. Alçado exterior, corte vertical e corte horizontal.

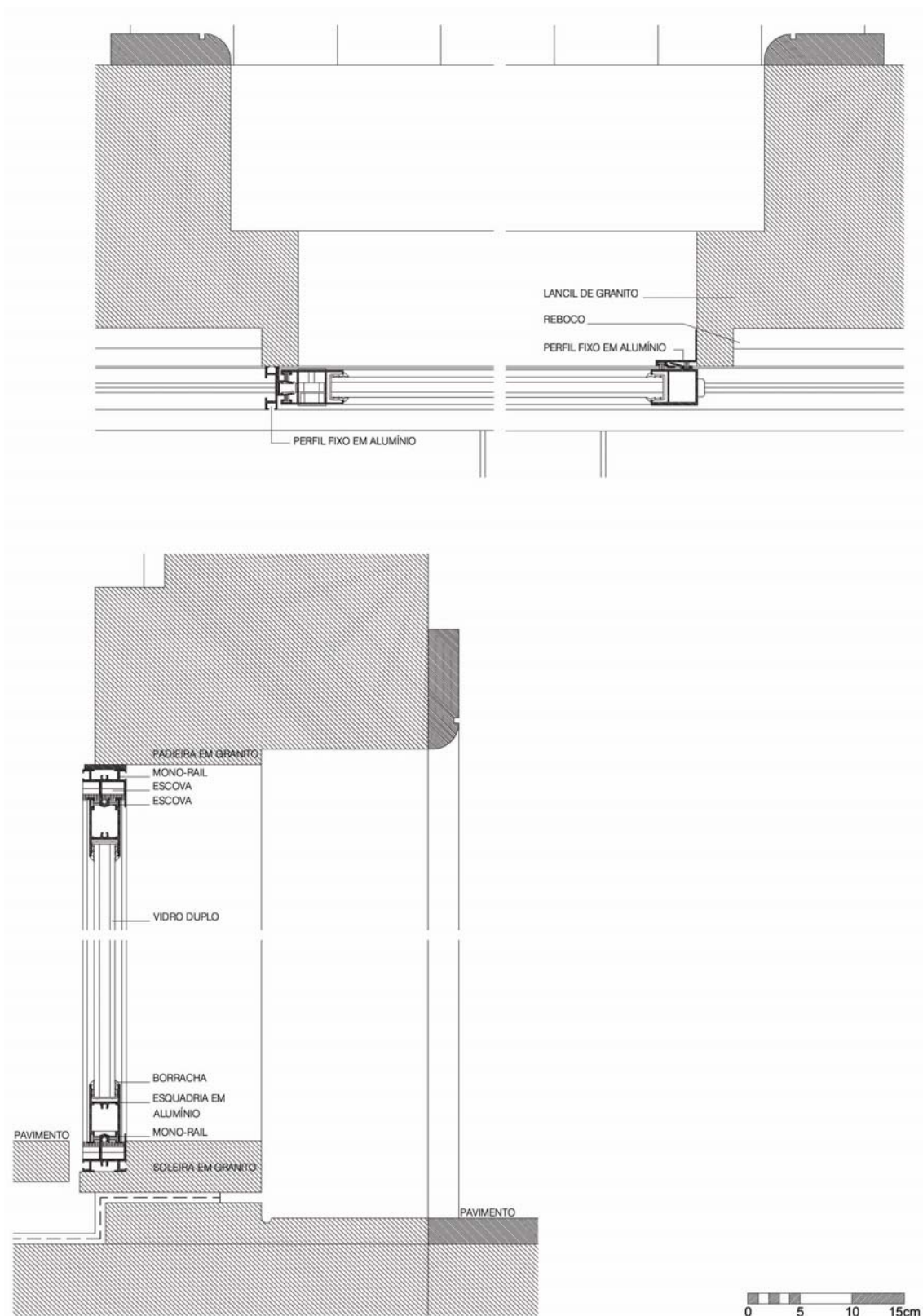


Fig. 86 - Substituição da caixilharia existente através da selecção exigencial de uma nova caixilharia - caso de estudo em alumínio. Pormenor do corte horizontal e pormenor do corte vertical.

5.7.3 Quadro-síntese dos desempenhos

No Quadro 11 é proposta a relação entre as exigências analisadas no Capítulo 3, as recomendações de desempenho para o vão em análise e a classificação apresentada por empresas de caixilharias nos três exemplos apresentados – PVC, Alumínio e Madeira.

Importa recordar que o vão objecto de estudo da dissertação localiza-se na zona do Porto em área urbanizada, terá uma dimensão por folha móvel não superior a 1,20 de largura por 2,40 de altura e cota acima do solo inferior a 15 metros.

Refira-se ainda que na pesquisa efectuada foi extremamente difícil encontrar informações sobre as características técnicas da caixilharia em geral e da caixilharia de madeira em particular.

Quadro 11 – Síntese dos desempenhos de caixilharias classificadas do mercado

Exigências	Índice ou Classes de Referência	Recomendação (caso de estudo)	Caixilharia PVC	Caixilharia Alumínio	Caixilharia Madeira
Permeabilidade ao Ar	A1 – A3	A1	A2-A3	A2-A3	a)
Estanquidade à Água	E1 - E4	E1	E3-E4	E2-E4	a)
Resistência e Deformação ao Vento	V1 – V3	V1	V3-V4	V2-V4	a)
Coefficiente de Transmissão Térmica	U	$\leq 3,3 \text{ W/m}^2\text{K}$	1,0-2,4	1,9-3,75	1,6-2,85
Coefficiente de Transmissão Luminosa	TL	$\geq 70 \%$	b)	b)	b)
Factor Solar	g	$\leq 0,25 \%$	b)	b)	b)
Reacção ao Fogo dos Materiais	M0 - M4	M3	a)	a)	a)
Isolamento Acústico ou Sonoro	Rw	$\geq 33 \text{ dB}$	15-47dB	23-45dB	28-36dB

a) não disponível

b) valores dependentes da escolha do vidro

CAPÍTULO 6, CONCLUSÕES

6.1| Considerações finais

A preocupação com a Reabilitação Urbana, apesar de tema recorrente (e frequentemente politicamente correcto), nem sempre tem reflexos práticos, “consequência sobretudo das exigências técnicas, políticas e económicas envolvidas na intervenção nestas unidades mais históricas” [70]. A mobilização e articulação das entidades reguladoras das intervenções, a educação da população local, os bons exemplos de reabilitação (e a sua divulgação e reconhecimento) e a fiscalização/repressão das actividades e práticas lesivas do interesse público são indispensáveis a uma nova atitude face à cidade histórica.

Procurou-se com este trabalho efectuar uma análise ao problema, sintetizar e sistematizar a informação existente para apoio aos diversos intervenientes nos processos de reabilitação.

Como síntese do estudo realizado, e seguindo a estrutura da própria dissertação, poderá concluir-se:

- O elevado número de conjuntos de edifícios correntes construídos durante o séc. XIX e início do séc. XX (onde se inserem as caixilharias objecto de estudo) corresponde a uma fase de grande crescimento demográfico e urbano resultante da estabilidade política e do desenvolvimento industrial deste período - estes edifícios difundem-se por toda a cidade, consolidando a construção numa faixa extramuros, ao longo das antigas estradas regionais e na malha urbana resultante dos alinhamentos radiais definido pelos Almadaz;
- O sistema construtivo destes edifícios resulta duma forte tradição radicada na construção com pedra e madeira e apurada ao longo dos séculos XVI, XVII e XVIII – desta capacidade de adaptação é exemplo a substituição da caixilharia de guilhotina pela caixilharia de duas folhas, bandeira e batente decorrente da grande evolução técnica na produção das ‘chapas’ planas de vidro que permitiu a realização de caixilhos envidraçados de maior dimensão (permitindo uma maior entrada de luz natural nas estreitas e profundas construções portuenses);
- A métrica e regularidade destes vãos, a forma como se adaptam à topografia e ao desenho das fachadas e a permanência desta caixilharia por toda a cidade, são um dado visível e confirmado pelos levantamentos efectuados em diversos arruamentos – estas caixilharias são um elemento fundamental na caracterização dos conjuntos edificados durante os sécs. XIX e XX, merecendo a maior das atenções por parte de todos os intervenientes nestas operações de reabilitação (seja pelo seu valor arquitectónico como pela durabilidade e eficácia demonstradas);

- Não existem em Portugal ou no estrangeiro estudos abrangentes ou sínteses da informação dedicadas a este tema específico da reabilitação de caixilharias de madeira antigas - existem no entanto importantes contributos parcelares referenciados no final do capítulo 2;
- Sendo fundamental a progressão para uma lógica exigencial de selecção de caixilharias (da certificação ao seu desempenho), no caso concreto da reabilitação de caixilharias de madeira em edifícios antigos, as exigências funcionais poderão contradizer as exigências culturais (de enquadramento arquitectónico, histórico, urbano,...) - o que obrigará as entidades envolvidas a definir critérios ajustados a estes conjuntos, com capacidade de adaptação a cada caso, não se demitindo de fornecer estratégias e dados para o enquadramento das respectivas operações de reabilitação;
- O Estudo Diagnóstico assume particular importância na definição da estratégia de reabilitação a adoptar – muitas questões ou indefinições de projecto poderão ficar imediatamente resolvidas nesta fase se a análise da situação existente for tão abrangente quanto possível nos diversos levantamentos (arquivístico, geométrico, fotográfico), sondagens, análise das anomalias/degradações e correspondente interpretação das causas;
- Das seis estratégias de reabilitação propostas (três de conservação e três de substituição), apenas uma, eventualmente duas, possibilitam a quantificação do desempenho da solução; caberá ao projectista a responsabilidade de, pesando exigências de desempenho e condicionantes culturais, definir o caminho adequado à proposta de reabilitação para o próprio edifício - reforçando a ideia de especificidade de cada caso;

Espera-se que a dissertação que deu origem a este documento possa ser um pequeno contributo teórico e técnico para responder à absoluta necessidade de formar e informar os diferentes intervenientes nos processos de reabilitação.

O processo irreversível de investimento na reabilitação do património edificado obriga a intervenientes cultural e tecnicamente capazes, conscientes da especificidade e particularidade de cada projecto.

6.2| Desenvolvimentos futuros da investigação neste domínio

Conforme já foi referido a presente dissertação encontra-se na fronteira técnica/teórica. Como qualquer trabalho na charneira entre disciplinas, poderá facilmente compreender-se o potencial de investigação em ambos os campos, assim como a possibilidade de estender o estudo a diferentes caixilharias antigas de madeira (por exemplo a caixilharia de guilhotina) e outros materiais (por exemplo o ferro).

Não existindo em Portugal documentos que sintetizem a informação sobre estes temas, seria relevante continuar as pesquisas e nomeadamente:

- recolher no país levantamentos ou desenhos originais sobre estas caixilharias, tentando compreender as adaptações regionais que importa conservar em soluções de conservação;
- proceder aos ensaios e/ou medições possíveis de realizar nas estratégias apontadas, para melhor avaliar ou quantificar desempenhos;
- desenvolver condições técnicas/caderno de encargos exigencial que pudesse servir de base a cada uma das estratégias apontadas;
- interpretar a informação compilada e reflectir sobre a possibilidade ou impossibilidade de estabelecer orientações para a reabilitação de caixilharias em conjuntos urbanos de valor histórico/patrimonial (no âmbito das propostas das SRU, por exemplo).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ABRANTES, Vítor; FREITAS, Vasco Peixoto de; SOUSA, Marília – *Reabilitação de Edifícios: Estudo do Comportamento e Análise Técnico-Económica das Soluções Utilizadas nas Obras de Construção e Reabilitação*. Porto: IGAPHE-FEUP, 1999
- [2] AGUIAR, José – *Cor e Cidade Histórica. Estudos Cromáticos e Conservação do Património*. Porto: FAUP, 2002
- [3] AGUIAR, J.; CABRITA, A. Reis; APPLETON, João – *Guião de apoio à reabilitação de edifícios habitacionais*. Lisboa: LNEC, 1997 (Vols. I e II)
- [4] APPLETON, João – *Reabilitação de Edifícios "Gaioleiros": um quarteirão em Lisboa*. Amadora: Edições Orion, 2005
- [5] APPLETON, João – *Reabilitação de Edifícios Antigos: patologias e tecnologias de intervenção*. Amadora: Edições Orion, 2003
- [6] ARRIAGA, Francisco et al. – *Intervención en estructuras de madera*. Madrid: Asociación de Investigación Técnica de las Industrias de Madera e Corcho, 2002
- [7] BARATA-FERNANDES, Francisco – *Transformações e Permanência na Habitação Portuense*. Porto: FAUP Publicações, 1999
- [8] BERNSTEIN, Daniel; CHAMPETIER, Jean-Pierre; VIDAL, Thierry - *Anatomie de l'enveloppe des bâtiments: Construction et enveloppes lourdes*. Paris : Le Moniteur, 1997
- [9] BERRANCE, Luís – *Evolução do desenho das fachadas das habitações correntes almadinas: 1774-1844*. Porto: AHMP, 1993
- [10] BRE (Building Research Establishment) – *Selecting windows by performance*. Watford: BRE Digest 377, Dezembro de 1992
- [11] BOLTRI, Pierangelo; VINCI, Roberto - *Guida alla Progettazione: Le chiusure trasparenti "le guide di Modulo"*. Milano: BE-MA Editrice, 1988. Supplemento a Modulo n.º 146
- [12] CABRITA, A. Reis; AGUIAR, J.; APPLETON, João – *Guião de apoio à reabilitação de edifícios habitacionais*. 6ª ed. Lisboa: LNEC, 2002
- [13] CABRITA, A. Reis; AGUIAR, J.; APPLETON, João – *Manual de apoio à reabilitação de edifícios no Bairro Alto*. Lisboa: CML-LNEC, 1990
- [14] CAMPANELLA, Christian – *Obras de conservação e restauro arquitectónico: condições técnicas especiais*. Lisboa: Câmara Municipal de Lisboa, 2003
- [15] CARMODY, John et al. – *Window Systems for High-Performance Buildings*. New York-London: W.W. Norton & Company, 2003

- [16] CARNEIRO, Alberto – *Campo Sujeito e Representação no Ensino e na Prática do Desenho/Projecto*. Porto: FAUP Publicações, 1995
- [17] CRUZ, Helena; MACHADO, J. Saporiti; NUNES, Lina – *Problemas de conservação de madeira em edifícios. In 2.º ENCORE – Encontros sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios*. Lisboa: LNEC, Junho/Julho de 1994
- [18] CSTB – *Choix de fenêtres en fonction de leur exposition : Mémento pour les maitres d'oeuvre*. Paris: Cahier 1243, Mai 1974. Document Technique Unifié DTU 36.1/37.1
- [19] CSTC (Centre Scientifique et Technique de la Construction) – *La pose des vitrages en feuillure*. Bruxelles: CSTC, 2001. NIT (Note d'Information Technique) 221
- [20] CTBA (Centre Technique du Bois et de l'Ameublement) - *Fenêtres performantes: conception et exemples*. Paris: CTBA, 1985. Cahier 127, Novembre 1985
- [21] CTBA (Centre Technique du Bois et de l'Ameublement) - *Les assemblages mécaniques de fenêtres: conception et solutions*. Paris: CTBA, 1990. Cahier 132, Septembre 1990
- [22] DECRETO-LEI nº 292/2000 de 14 de Novembro – *Regime Legal sobre a Poluição Sonora (Regulamento Geral do Ruído)*.
- [23] DECRETO-LEI nº 129/2002 de 11 de Maio – *Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios*.
- [24] DECRETO-LEI nº 80/2006 de 04 de Abril – *Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios*.
- [25] ESPITALLIER, M. G. - *Notions sur la construction des Bâtiments*. 14.^a ed. Paris: Éditions Eyrolles, 1952
- [26] FARIA, J. Amorim - *Estruturas de madeira dos carrilhões do Palácio Nacional de Mafra: Diagnóstico e proposta de intervenção. In 2.º Seminário - A intervenção no Património: Práticas de Conservação e Reabilitação*. Porto: FEUP, Outubro de 2005
- [27] FARIA, J. Amorim – *Reabilitação de coberturas em madeira em edifícios históricos. In A intervenção no Património: Práticas de Conservação e Reabilitação*. Porto: FEUP, Outubro de 2002
- [28] FAUP - *(In)formar a modernidade/Arquitecturas portuenses: morfologias, movimentos, metamorfoses*. Porto: FAUP Publicações, 2001
- [29] FERNANDES, Maria Carlos Machado – *Regulamentação aplicável à Caixilharia*. (Trabalho apresentado no âmbito do Mestrado em Construção de Edifícios). Porto: FEUP, 2005
- [30] FERRÃO, Bernardo José – *Projecto e Transformação Urbana do Porto na Época dos Almadás, 1758/1813: uma contribuição para o estudo da cidade pombalina*. 3.^a ed. Porto: FAUP Publicações, 1997

- [31] FERREIRA, Rui Manuel Dias – *Caixilharias em PVC*. (Trabalho apresentado no âmbito do Mestrado em Construção de Edifícios). Porto: FEUP, 2005
- [32] FEUP-DECIVIL – *Mestrado em Reabilitação do Património Edificado*. 1.^a ed. 2003-2005. Editores: Vasco Peixoto de Freitas / Vítor Abrantes. Porto: FEUP, 2004. Série Normativas: Normas Tecnológicas de Edificação
- [33] FEUP-DGEMN – *A intervenção no património: práticas de conservação e reabilitação*. Porto: FEUP, 2002
- [34] FREITAS, Vasco Peixoto de; PINTO, Paulo da Silva – *Permeabilidade ao vapor de materiais de construção: condensações internas*. Porto: FEUP, 1998. NIT 002, LFC 1998
- [35] FREITAS, Vasco Peixoto de, Coord. – *Projecto de Reabilitação do Palácio da Bolsa: 2.^a Fase - Reabilitação dos vãos envidraçados*. (Relatório). Porto, Outubro de 2006
- [36] FREITAS, Vasco Peixoto de; SILVA, J. A. Raimundo Mendes da; SOUSA, Augusto Vaz Serra e, Coord. editorial – *Manual de Aplicação de Revestimentos Cerâmicos*. Coimbra: APICER, 2003
- [37] GAMELAS, Sérgio et al. - *Caixilharias (Projecto MEREC - Sector da Construção)*. Câmara Municipal da Guarda - Comissão de Coordenação da Região Centro, [s.d.]
- [38] GIGANTE, José Manuel – *Projecto de Remodelação de Habitação Unifamiliar na Rua Oliveira Monteiro*. (Projecto de Execução). Porto, 2004
- [39] HARDMAN, Barry G. – *Window Installation: Past, Present, and Future*. Clarwater [Florida, USA]: National Building Science Corporation, 2004. Performance of Exterior Envelopes of Whole Buildings, IX International Conference
- [40] HULL, Brent - *Historic Millwork: A Guide to Restoring and Re-creating Doors, Windows, and Mouldings of the Late Nineteenth Through Mid-Twentieth Centuries*. Oboken (New Jersey-USA): John Wiley and Sons, 2003
- [41] IPQ (INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE) – *Preservação de madeiras: Tratamento de madeiras para construção*. Lisboa: IPQ, 1985. NP-2080
- [42] LNEC – *A arquitectura e os processos construtivos entre os séculos XVI e meados do século XVIII*. Lisboa: LNEC, 1990. Relatório
- [43] LNEC – *Componentes de edifícios, selecção de caixilharia e seu dimensionamento mecânico*. Lisboa: LNEC, 2005. Relatório 410/2005
- [44] LNEC – *Conservação e manutenção na preservação da qualidade em edifícios de habitação*. Lisboa: LNEC, 1987. Nota técnica
- [45] LNEC – *Tecnologias de intervenção em edifícios antigos*. Lisboa: LNEC, 1991. Nota técnica 8/91-NPC

- [46] LOPES, Nuno V.; EÇA, Frederico; MILANO, Maria – *Projecto de reabilitação de duas habitações num edifício do século XIX*. (Projecto de Execução). Porto, 2005
- [47] LOPES, Nuno Valentim – *Recolha histórica para três projectos de reabilitação de habitação corrente portuense do séc. XIX*. (Trabalho apresentado no âmbito do Mestrado em Reabilitação do Património Edificado). Porto: FEUP, 2004
- [48] LOPES, Nuno Valentim, FREITAS, Vasco P.; GIGANTE, José M. – *Reabilitação de Caixilharias de Madeira*. In 2.º Encontro sobre Patologia e Reabilitação de Edifícios. Porto: FEUP, Março de 2006
- [49] MACHADO, José Saporiti; CRUZ, Helena; NUNES, Lina – *Mitos e factos relacionados com o desempenho de elementos de madeira em edifícios*. In 3.º ENCORE - Encontro sobre Conservação e Reabilitação de Edifícios. Lisboa: LNEC, Maio de 2003
- [50] MATEUS, T. – *As características da madeira nas suas relações com as aplicações*. Lisboa: Boletim do Instituto dos Produtos Florestais n.º 14, Abril de 1997
- [51] MIMOSO, João Manuel – *Ensaio de janelas: sua escolha face à utilização*. Lisboa: LNEC, 1988. ICT - ITE 21
- [52] MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE - *Fachadas y Particiones: Diseño, Cálculo, Valoración, Construcción, Control, Mantenimiento*. 8.ª ed. [Madrid]: Secretaria General Técnica, 1995. Serie Normativas: NTE-Normas Tecnológicas de la Edificación
- [53] MONEO, Rafael - *Construir sobre lo construido*. Conferência. In 2.º Seminário - A intervenção no Património: Práticas de Conservação e Reabilitação. Porto: FEUP, Outubro de 2005
- [54] MOP - LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL - *Componentes de Edifícios*. Lisboa: LNEC, E.E. (Ensaio e Equipamento) 8, Março 1970
- [55] MOP - LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL - *Ensaio de Janelas*. Lisboa: LNEC, E.E. (Ensaio e Equipamento) 20, Maio 1978
- [56] MOP - LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL – *Terminologia de Madeiras*. Lisboa: LNEC, 1955
- [57] MOURA, Eduardo Souto – *Com a naturalidade das coisas naturais*. In J-A: Jornal dos Arquitectos n.º 213, Novembro/Dezembro 2003
- [58] MOURA, Eduardo Souto - *Recuperação do Museu Grão Vasco*. Conferência. In 2.º Seminário - A intervenção no Património: Práticas de Conservação e Reabilitação. Porto: FEUP, Outubro de 2005

- [59] NEDERLANDS NORMALISATIE-INSTITUUT - *Kwaliteit van timmerwerk (KVT '80 deel B) Gevelvullingen met houten kozijnen, ramen, deuren, borstweringen en overige vullingen: Constructiedetails en verbindingen = Quality of carpentry (KVT '80 part B) Wooden window frames, windows, doors and other facade components: Construction details and joints*. Delft: [s.n.], 1985
- [60] NEW YORK LANDMARKS CONSERVANCY – *Repairing Old and Historic Windows: A Manual for Architects and Homeowners*. New York, USA: John Wiley & Sons Inc, 1992
- [61] NEWLANDS, James - *The carpenter and joiner's assistant: being a comprehensive on the selection, preparation, and strength of materials [...]*. London: Blackie & Son, 1880
- [62] NONELL, Anni Günther – *Porto, 1763/1852: a construção da cidade entre despotismo e liberalismo*. Porto: FAUP Publicações, 2002
- [63] NONELL, Anni Günther; TAVARES, Rui – *Atlas Histórico de ciudades europeas*. Centre de Cultura Contemporània de Barcelona. Barcelona: Salvat Editores, 1994
- [64] OLIVEIRA, António Manuel Figueiredo Freitas de – *Sistemas tradicionais de colocação de vidro em obra*. (Trabalho apresentado no âmbito do Mestrado em Construção de Edifícios). Porto: FEUP, 2003
- [65] OLIVEIRA, Ernesto Veiga de; GALHANO, Fernando - *Arquitectura Tradicional Portuguesa*. 5.ª ed. Lisboa: Publicações D. Quixote, 2003
- [66] PATORREB - GRUPO DE ESTUDOS DA PATOLOGIA DA CONSTRUÇÃO. <http://www.patorreb.com>, 2005
- [67] PEREIRA, Jorge Luís Teixeira – *Tecnologias de aplicação de caixilharias*. (Trabalho apresentado no âmbito do Mestrado em Construção de Edifícios). Porto: FEUP, 2005
- [68] PINTO, Luís António dos Santos Ferreira – *Montagem de vidro: sistema tradicional*. (Trabalho apresentado no âmbito do Mestrado em Construção de Edifícios). Porto: FEUP, 2000
- [69] PINTO, Pedro Alexandre Reis – *Vãos envidraçados: Pormenorização, DPC- Marcação CE, Certificação de caixilharias e caderno de encargos exigencial*. (Trabalho apresentado no âmbito do Mestrado em Construção de Edifícios). Porto: FEUP, 2005
- [70] QUINTA, Fernanda, Coord. – *Sebenta SRU (Sociedades de Reabilitação Urbana)*. Aveiro: APPLA, 2005
- [71] RADFORD, William A. - *Old House measured and scaled detail drawings for Builders and carpenters: An Early Twentieth-Century Pictorial Sourcebook with 183 Detailed Plates*. New York: Dover Publications, 1983
- [72] RAADVAD CENTERET – *Reparação de janelas de madeira*. (traduzido por António Borja Araújo em www.lisboa-renovada.net). Lyngby/Dinamarca, [s.d.]

- [73] RAMALHEIRA, Francisco José Carvalho – *Manual de boas práticas de vãos envidraçados: exigências funcionais de vãos envidraçados*. (Trabalho apresentado no âmbito do Mestrado em Construção de Edifícios). Porto: FEUP, 2005
- [74] RAMOS, José; SILVA, Rosinda – *Estudos Sociais*. Lisboa: Empresa Literária Fluminense, 1986
- [75] RAMOS, Luís A. de Oliveira, Dir. de – *História do Porto*. Porto: Porto Editora, 1995
- [76] RAND, McNALLY & CO. - *Turn-of-the-Century: Doors, Windows and Decorative Millwork - The Mulliner Catalog of 1893*. New York: Dover Publications, 1995 (Republication of the work originally published by Rand, McNally & Company, Chicago, 1893, under the title Combined Book of Sash, Doors, Blinds, Mouldings, Stair Work, Mantels, and All Kinds of Interior and Exterior Finish)
- [77] REAL, Manuel Luís; TAVARES, Rui – *Bases para a Compreensão do Desenvolvimento Urbanístico do Porto*. Porto: Universidade Católica Portuguesa, 1987. Centro de Estudos dos Povos e Culturas de Expressão Portuguesa
- [78] ROBERTS, E. L.; SHARP, WM. L. - *Roberts' Illustrated Millwork Catalog: A Sourcebook of Turn-of-the-Century Architectural Woodwork*. New York: Dover Publications, 1988 (Republication of the work originally published in 1903)
- [79] SEGURADO, João Emílio dos Santos - *Trabalhos de Carpintaria Civil*. 8.^a ed. Lisboa: Livraria Bertrand [s.d]
- [80] SEGURADO, João Emílio dos Santos – *Materiais de Construção*. 6.^a ed. Lisboa: Livraria Bertrand, 1934
- [81] SERRÃO, Joel; dir. – *Dicionário de História de Portugal*. Porto: Livraria Figueirinhas, 1985
- [82] SILVA, J. A. R. Mendes da; TORRES, M. Isabel – *Deficiências do desempenho dos peitoris na protecção das fachadas contra a acção da água*. Porto, FEUP-PATORREB, Março de 2003
- [83] SOUSA, Marília – *Patologia da Construção: Elaboração de Um Catálogo* – Dissertação de Mestrado. Porto: FAUP, Setembro de 2004
- [84] TAVARES, Edmundo - *A madeira na construção civil: janelas e acessórios*. 2.^a ed. [s.l., s.n., s.d.]
- [85] TEIXEIRA, Gabriela; BELÉM, Margarida C. – *Diálogos de edificação: estudo de técnicas tradicionais de construção*. 3.^a ed. Porto: CRAT, 1998
- [86] TEIXEIRA, Joaquim José Lopes – *Descrição do sistema construtivo da casa burguesa do Porto entre os séculos XVII e XIX - Provas de aptidão pedagógica e capacidade científica [...]*. Porto: FAUP, Outubro de 2004

- [87] TEIXEIRA, Manuel C. – *Habitação popular na cidade oitocentista: As ilhas do Porto*. Lisboa: F. C. Gulbenkian/JNICT, 1996
- [88] UEAtc (Union Européene pour l'Agrément Technique dans la Construction) – *Directivas comuns UEAtc para a homologação de janelas*. Lisboa: LNEC, 1976. Tradução 641
- [89] VIEGAS, João C.; BRAZ, Oliveira – *Qualificação de componentes de edifícios: Selecção de janelas em função da sua exposição*. Lisboa: LNEC, 1994. ICT - ITE 36
- [90] VIEGAS, João C.; PINTO, Armando; BRAZ, Oliveira – *Anomalias construtivas em caixilharia exterior: aprendendo com as suas causas*. 2º Simpósio Internacional sobre Patologia, Durabilidade e Reabilitação dos Edifícios. Lisboa: LNEC, 2003

ANEXOS

ANEXO 1 – Factores Físicos associados aos diversos locais do território para efeito da quantificação da acção do Vento

ANEXO 1 – Factores Físicos associados aos diversos locais do território para efeito da quantificação da acção do Vento [89]

1. Zonamento do território - zonas caracterizadas por diferentes velocidades do vento

Zona A - inclui a generalidade do território, excepto os locais pertencentes à zona B

Zona B - inclui os arquipélagos dos Açores e da Madeira e as regiões do continente situadas numa faixa costeira com 5 km de largura ou a altitudes superiores a 600 m.

Ressalvam-se alguns locais englobados na zona A mas cujas condições de orografia conduzem a uma exposição ao vento desfavorável, como é o caso de alguns vales e estuários. Tais circunstâncias deverão ser ponderadas face aos dados meteorológicos locais disponíveis e poderão levar à inclusão desses locais na zona B.

2. Rugosidade aerodinâmica - rugosidade característica do terreno

Tendo em conta que a rugosidade aerodinâmica do solo condiciona o perfil de velocidade do vento para as alturas acima do solo relevantes para este estudo, consideraram-se três tipos de rugosidade:

Tipo I - locais situados no interior de zonas urbanas em que predominem os edifícios de médio e grande porte

Tipo II - generalidade dos restantes locais, nomeadamente as zonas rurais com algum relevo e periferia de zonas urbanas

Tipo III - locais situados em zonas planas ou nas proximidades de extensos planos de água nas zonas rurais.

3. Altura acima do solo - cota da janela acima do terreno

Consideraram-se apenas as janelas cuja altura acima do solo não excede 100 m. (Para locais mais altos, a determinação da acção do vento sobre a caixilharia requer estudos mais detalhados.) A altura acima do solo é medida desde a cota média do solo no local da construção até ao centro da janela. Para edificações nas proximidades de terrenos inclinados, o nível de referência a partir do qual é medida a altura depende do declive do terreno e da distância que separa o edifício desse acidente geográfico. Nesse caso consideram-se três situações:

I) Quando o ângulo que o terreno inclinado faz com a horizontal for superior a 60° , o nível de referência a considerar corresponde à linha em traço interrompido indicada na Fig. 84.

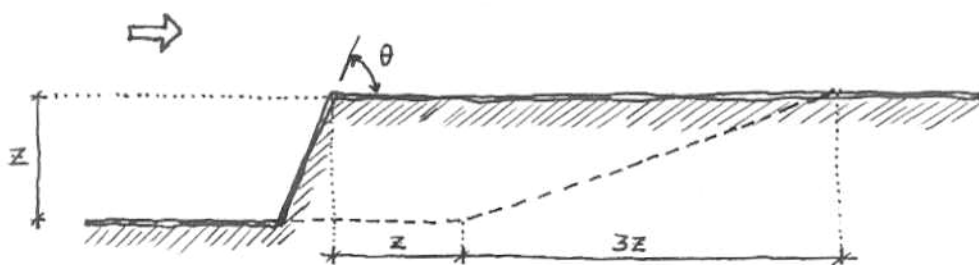


Fig. 87 - Nível de referência em terrenos de inclinação superior a 60° .

II) Quando o ângulo que o terreno faz com a horizontal for superior a 15° e inferior a 60° , o nível de referência a considerar corresponde à linha em traço interrompido indicada na Fig. 88.

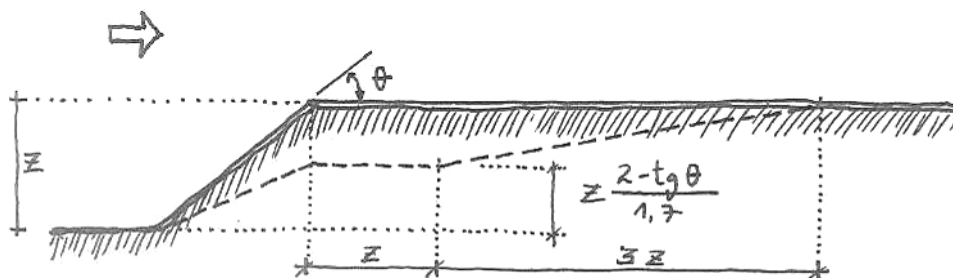


Fig. 88 - Nível de referência em terrenos de inclinação superior a 15° e inferior a 60° .

III) Quando o ângulo que o terreno faz com a horizontal for inferior a 15° , o nível de referência a considerar corresponde à superfície do terreno.

Para simplificação dos resultados, foram considerados os seguintes limites para as alturas das janelas acima do solo:

- I) inferior a 10 m - inclui de uma forma geral edifícios até 3 pisos;
- II) entre 10 m e 18 m - inclui em geral edifícios até 6 pisos;
- III) entre 18 m e 28 m - inclui em geral edifícios até 9 pisos;
- IV) entre 28 m e 60 m - inclui em geral edifícios até 20 pisos;
- V) entre 60 m e 100 m - inclui em geral edifícios até 34 pisos.

Estes valores limite são semelhantes às alturas de referência para edifícios definidas no Regulamento de Segurança contra Incêndio em Edifícios de Habitação (RSIEH). Para alturas acima do solo inferiores a 10 m, o efeito dos obstáculos existentes nas condições locais de escoamento do ar sobrepõe-se ao perfil de velocidade característico, pelo que nessa zona se considera, para efeitos de cálculo, a velocidade do vento constante e igual à velocidade do vento a 10 m de altura.

4. Efeito de protecção da fachada - protecção oferecida por outras construções

Considera-se "fachada abrigada", ou parte desta, quando se encontra frente a uma linha contínua de construções e reúne uma das seguintes características:

I) para uma linha de construções situada a uma distancia máxima de 15 m, a parte considerada da fachada não excede a altura dessas construções (ver Fig. 89);

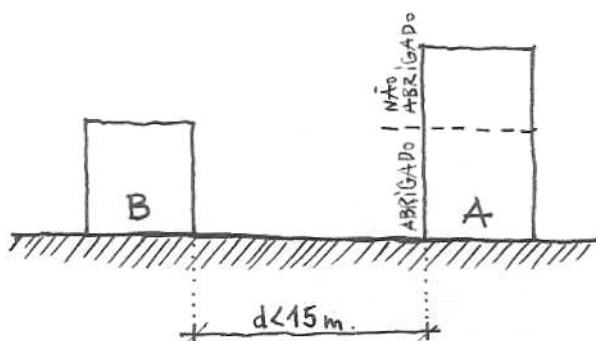


Fig. 89 - Protecção contra o vento em edifícios a menos de 15m.

II) para uma linha de construções situada a uma distância entre 15 m e 30 m, a parte considerada da fachada não excede a altura dessas construções deduzida de 1/3 do excesso além de 15 m da distância entre edifícios (ver Fig. 90).

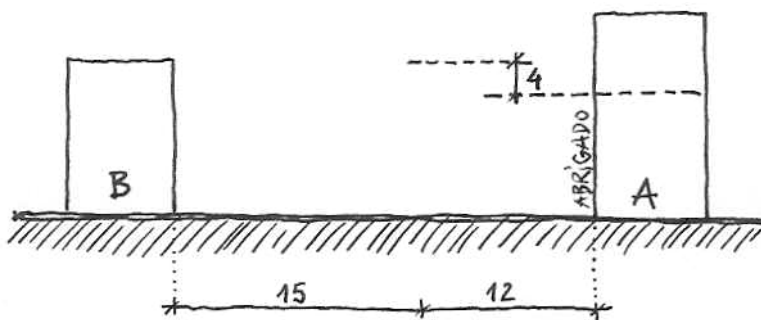


Fig. 90 - Protecção contra o vento em edifícios entre 15m e 30m de distância.

ANEXO 2 – Outras Exigências Aplicáveis às Caixilharias

ANEXO 2 – Outras Exigências Aplicáveis às Caixilharias

Protecção Contra a Queda de Pessoas

Os vidros que se denominam como vidro de segurança para protecção contra a queda de pessoas são aqueles localizados em:

- janelas, excluindo aquelas que efectuam a separação de varandas, terraços ou galerias, e cuja parte superior se situa a menos de 1 metro da zona de estacionamento normal;
- guardas de varandas, esplanadas, galerias e alpendres, e cuja parte inferior está situada a menos de 1 m da zona de estacionamento normal.

Os critérios de resistência a que devem obedecer são os seguintes:

- choque de um corpo duro, produzido pela queda de uma bola de aço de uma massa de 500 g, caindo de uma altura de 0,75 m (corresponde a uma energia de choque de 3,75 J);
- choque de corpos leves, produzido pela queda de um saco com massa de 50 kg caindo de uma altura de:
 - 1,20 m para vidros situados inteiramente abaixo de 1 m (corresponde a uma energia de choque de 600 J);
 - 1,80 m para vidros situados inteiramente acima de 1 m (corresponde a uma energia de choque de 900 J).

O vidro diz-se resistente quando não tiver sido arrastado ou atravessado pelo corpo em queda; é contudo permitido a sua fissuração. Em termos de possibilidades de utilização, temos o emprego do vidro laminado e do vidro temperado associado a uma protecção residual. De qualquer forma o vidro temperado deverá resistir às mesmas acções na ausência da protecção residual.

No caso particular dos vidros duplos de isolamento térmico existem apenas as seguintes soluções possíveis em termos de combinação dos diferentes panos de vidro:

- vidro interior e exterior laminado;
- vidro exterior laminado e o interior recozido ou temperado;
- vidro interior laminado e o exterior:
 - sem justificação da sua resistência à ruptura terá de ser obrigatoriamente temperado;
 - com justificação da sua resistência à ruptura é admitido o uso de vidro recozido.
- vidro interior e exterior temperado desde que comprovada a sua resistência e quando associado a uma protecção residual.

Resistência ao Fogo

A resistência ao fogo dos elementos de construção qualifica a sua capacidade de se opor ao fogo. A Decisão da Comissão Europeia de 3 de Maio de 2000 que aplica a Directiva 89/106/CEE do Conselho no que respeita à classificação do desempenho dos produtos de construção, das obras e das partes das obras em termos da sua resistência ao fogo prevê as definições, os ensaios e os critérios de desempenho. Os critérios a considerar no âmbito deste trabalho, tendo em conta que apenas se refere a vãos envidraçados, serão:

- R – resistência mecânica;
- E – estanquidade a chamas e gases quentes;
- I – isolamento térmico;
- W – radiação.

Segundo estes critérios são estabelecidas três categorias:

- EF – estabilidade ao fogo: critério R;
- PC – pára-chamas: critério E e/ou W;
- CF – corta-fogo: critério E e I.

Estes critérios serão depois satisfeitos em termos de um período de tempo que pode ser de 15, 20, 30, 45, 60, 90, 120, 180, 240 ou 360 minutos, de acordo com o tempo que garante estas características durante a execução do ensaio.

Protecção Contra o Vandalismo e Intrusão

A norma EN 356: 2000 estabelece a forma de avaliação e de classificação dos elementos envidraçados relativamente a protecção que estes devem proporcionar em termos de ataque manual por vandalismo ou intrusão. Existem dois testes de avaliação:

- queda;
- machado.

De acordo com o disposto na norma um elemento envidraçado resiste ao teste de queda, quando para a altura em que o corpo de teste é largado e para o número de impactos necessários, o elemento em avaliação não é penetrado pelo corpo de teste.

O elemento resiste ao teste do machado, nas condições de teste estabelecidas, até a um número de repetições necessárias para criar uma abertura de 40 x 40 cm designada por “passagem de homem”.

Em termos de classificação temos que:

Quadro 12 – Classes de resistência de protecção contra o vandalismo e intrusão

Categoria de resistência	Altura de queda [mm]	Número total de impactos	Designação da categoria de resistência
P1A	1500	3 em triângulo	EN 356 P1A
P2A	3000	3 em triângulo	EN 356 P2A
P3A	6000	3 em triângulo	EN 356 P3A
P4A	9000	3 em triângulo	EN 356 P4A
P5A	9000	3 x 3 em triângulo	EN 356 P5A
P6B	-	30 a 50	EN 356 P6B
P7B	-	51 a 70	EN 356 P7B
P8B	-	mais de 70	EN 356 P8B

Protecção Contra Armas de Fogo

A resistência dos elementos envidraçados, no que respeita a protecção que estes devem proporcionar quando solicitados por ataque com armas de fogo, é estabelecido ao nível da norma europeia EN 1063: 2000. Existe contudo uma distinção entre armas de mão e espingardas e armas de caça, pelas características especiais que estas últimas apresentam, pelo que necessariamente existirão duas formas de classificação:

Quadro 13 – Classes de resistência de protecção contra o ataque com armas de fogo

Classes							
Armas de mão e espingardas	BR1	BR2	BR3	BR4	BR5	BR6	BR7
Armas de caça	SG1	SG2	-	-	-	-	-

O teste é realizado em três elementos de teste iguais e a sua aptidão de resistência é avaliada de duas formas distintas. Na primeira o elemento em teste não pode ser perfurado pelo projectil ou partes do projectil e a folha de protecção, colocada atrás da face posterior da qual o projectil é disparado, não é perfurada por fragmentos de vidro que se soltem. Neste caso o vidro recebe a marca adicional *NS* (*no splinters*). No caso em que a folha de protecção é perfurada o vidro recebe a marca adicional de *S* (*splinters*). Em todo o caso quando o vidro é perfurado pelo projectil ou partes deste, este deverá ser considerado não resistente.

Características de Funcionamento

Os vãos envidraçados durante a sua utilização são solicitados, de acordo com a sua fisionomia, às funções normais de utilização, bem como a solicitações anormais de utilização. Para dar resposta aos requisitos que os envidraçados devem possuir, foi constituída a norma portuguesa NP 2336: 1988 que estabelece os ensaios mecânicos a efectuar de acordo com a tipologia do vão envidraçado. Embora se perceba que tal desempenho não seja quantificável, é fundamental efectuar uma referência a esta norma. Do ponto da sua inclusão num caderno de encargos exigencial a solução passará certamente por uma referência do tipo: “Os vãos envidraçados deverão apresentar características de funcionamento que respeitem a NP 2336: 1988”.

Resistência à Corrosão

A “resistência à corrosão de ferragens para portas, janelas, estores e persianas e fachadas de cortina” é definida na norma NP EN 1670: 2000, a qual especifica os seguintes graus:

- Grau 0: resistência à corrosão não definida;
- Grau 1: resistência fraca – meios que são geralmente secos, incluindo a generalidade dos ambientes interiores;
- Grau 2: resistência moderada – ambientes que são por vezes húmidos, na maioria das localidades rurais e suburbanas, incluindo ainda interiores onde poderá ocorrer a condensação;
- Grau 3: resistência elevada – ambientes que são geralmente húmidos e/ou sujeitos a uma leve poluição de dióxido de enxofre, ácidos, álcalis ou sais, incluindo ainda alguns interiores húmidos e maior parte dos ambientes exteriores;
- Graus 4: resistência muito elevada – ambientes de localidades muito poluídas, tais como aqueles sujeitos a uma combinação de poluição industrial e marítima.

Emissão de Poluentes para o Meio Interior

Segundo o Comité Europeu de Normalização, tal como descrito no seu relatório CR 1752, os materiais podem ser divididos em três categorias – M1, M2 e M3 – de acordo com as emissões de poluentes associadas a cada um deles. Assim temos que:

- Categoria M1: materiais cujos valores de emissões de poluentes foram avaliados e que são (para uma idade de 4 semanas):
 - compostos orgânicos voláteis totais (COVT) inferior a 0,2 mg/m².h;
 - formaldeído (H₂CO) inferior a 0,05 mg/m².h;
 - amónia (NH₃) inferior a 0,03 mg/m².h;
 - compostos carcinogénicos pertencentes à categoria 1 segundo a IARC inferior a 0,0005 mg/m².h;
 - o material não emite odor (a percentagem de insatisfeitos deverá ser inferior a 15%).

- Categoria M2: materiais cujos valores de emissões de poluentes foram avaliados e que são (para uma idade de 4 semanas):
 - compostos orgânicos voláteis totais (COVT) inferior a 0,4 mg/m².h;
 - formaldeído (H₂CO) inferior a 0,125 mg/m².h;
 - amónia (NH₃) inferior a 0,06 mg/m².h;
 - compostos carcinogénicos pertencentes à categoria 1 segundo a IARC inferior a 0,005 mg/m².h;
 - o material não emite odor (a percentagem de insatisfeitos deverá ser inferior a 30%).

- Categoria M3: materiais cujos valores de emissões de poluentes não foram avaliados ou que foram avaliados e que excedem os limites máximos para a categoria M2.